

AUTOMATISIERUNGS-TECHNIK

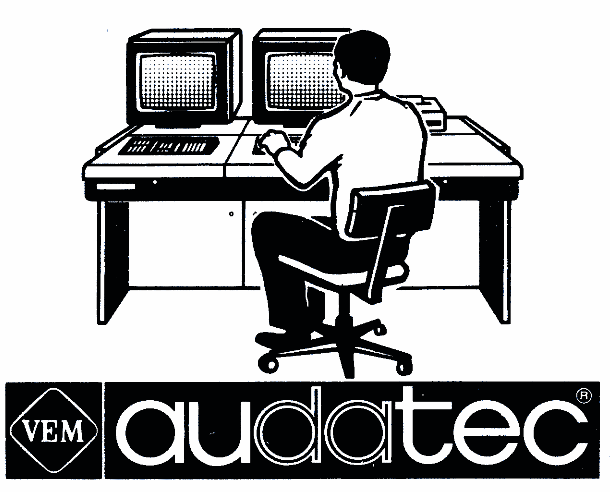
18



Dr.-Ing. G. Venus Ing. H. Beuchel

Fertigung, Prüfung und Montage von Automatisierungsanlagen mit Mikrorechner





Fertigung, Prüfung und Montage von Automatisierungsanlagen mit Mikrorechner

Bearbeiter : Dr. oec. Gunter Venus, KDT
Ing. Herbert Beuchel, KDT

VEB Geräte- und Regler-Werke "Wilhelm Pieck" Teltow
Betrieb des VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau

Herausgeber: Betriebssektion der Kammer der Technik und Bereich Technologie der VEB Geräte- und Regler-Werke "Wilhelm Pieck" Teltow Betrieb des VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau

Lektor: Dr.-Ing. Joachim Kliemann

Redaktionsschluß: 6/87

Fi 297/III/87 1138/9/87 I-3-2

Inhaltsverzeichnis | Seite

0. Einleitung und Problemstellung

Die Produktion von Automatisierungsanlagen wird durch das auftragsgemäße Zusammenschalten einer Vielzahl von Bauteilen, Baugruppen und Aggregaten zu einer komplexen funktionellen Anlagenstruktur charakterisiert. Der Einsatz des Prozeßleitsystems audatec als moderne Automatisierungsanlage auf der Basis dezentraler hierarchisch gegliederter Mikrorechentechnik stellt neue Forderungen an die Qualität der technischen Vorbereitung und Produktion.
In den folgenden Abschnitten werden am Beispiel bestimmender audatec-Komponenten ausgewählte Schwerpunkte der Fertigung, Montage und Inbetriebnahme beschrieben, die durch den Einsatz der Mikrorechentechnik wesentlich beeinflußt werden. Schwerpunkt der Beschreibung bildet die Charakterisierung der betrieblichen Prüfprozesse.
Die Produktion konventioneller Automatisierungsanlagen wird als bekannt vorausgesetzt. Grundsätzlich werden nur technische Gesichtspunkte des Produktionsprozesses von Automatisierungsanlagen dargestellt und nicht die Vernetzung mit vorbereitenden Prozessen, wie Materialwirtschaft bzw. mit betrieblichen Planungs- und Abrechnungsprozessen.
Hierzu wird auf die entsprechende Literatur (siehe Literaturverzeichnis) verwiesen.

1. Begriffserläuterungen

Einrichtungen (TGL 20500) -

ist die Zusammenfassung von Bausteinen, Baugruppen und Geräten, die nach Umfang und Zusammenstellung durch die mit dem Prozeß in Zusammenhang stehenden Aufgabe bestimmt ist, und die die Kette von der Informationsgewinnung bis zur Informationsausgabevollständigkeit oder in wesentlichen Teilen verwirklicht.

Grundeinheit -

Verbindungssystem, an die mehrere Struktureinheiten gleichzeitig angeschlossen sind (Adreß-, Daten-, Steuerleitungen).

Funktionseinheiten -

sind Einrichtungen mit eingeschriebener Standardsoftware.

Anlagenmontage -

Montage auf einer Baustelle außerhalb des Herstellerbetriebes der Anlage.

Lieferform Direktverkauf -

Einrichtungen, die als reine Hardwarelieferung im Sinne des KAB produziert und geprüft werden.

Lieferform IKK -

Lieferung einer Funktionseinheit bzw. Anlage an Dritte im KAAB bestehend aus projektierter Hardware, Standardbetriebssystem und Prüfstrukturiersoftware.

Anlagenbauauftrag -

Lieferung einer Anlage bestehend aus Hardware gemäß KAB bzw. PV, Firmware einschließlich Montage und Inbetriebnahme.

Prüfstrukturiersoftware -

ist eine angepaßte Software, die eine Prüfung der projektierten Hardware/Funktionskomplexe Prozeßein/ausgabesignalverarbeitung im laufenden System gewährleistet. Die Strukturierung zur Prüfung erfolgt auf der Grundlage der vorliegenden objektspezifischen Hardwarebelegung.

Prozeßabbild -

ist die Schnittstelle zwischen Prozeß- und Verarbeitungskette. Die Prozeßein/ausgabeprogramme übernehmen die Eingangswerte von den Eingabekarten und speichern diese in die Prozeßabbild-Eingänge; die Ausgangswerte werden den Prozeßabbild-Ausgängen entnommen und an die Ausgabekarten übergeben.

Standardsoftware -

ist die Gesamtheit der projektunabhängig erarbeiteten auf EPROM-gespeicherten Software für audatec-Einrichtungen.

EPROM -

Programmierbare Festwertspeicher mit Löschmöglichkeit durch UV-Licht.

Anlagensoftware -

ist der Inhalt der Daten und Programme, die dem Auftraggeber zum Zeitpunkt der Übergabe der Anlage zu übergeben sind.

Inbetriebsetzung einer Anlage -

Gesamtheit der Handlungen zur Durchführung der Funktionsproben und des Probebetriebes einer Automatisierungsanlage.

Automatisierungsanlage -

Teil der Gesamtanlage, welcher zur Informationsgewinnung, - übertragung-, verarbeitung und -nutzung zur Automatisierung von technologischen Prozessen dient und nicht als eigenständige Anlage, sondern immer nur in Zusammenhang mit einer technologischen Anlage verwertbar ist.

2. Hauptetappen der Vorbereitung und Produktion von Automatisierungsanlagen

Die Fertigung von Automatisierungsanlagen ist gekennzeichnet durch das auftragsgemäße Zusammenschalten von einer Vielzahl von Bauteilen zur geschlossenen funktionellen Lösung. Der Fertigungsablauf ist gekennzeichnet durch gleichzeitige Produktion von verschiedenartigen Aufträgen. Der Umfang ist unterschiedlich. Daraus leiten sich die dominierenden Formen der Fertigungsorganisierung ab :

- Kleinserienfertigung und Serienfertigung für Bauelemente. Bausteine, Baugruppen und Anlagenteile
- Einzelfertigung für Anlagen (Baustellenmontage)

Für einen reibungslosen Fertigungsablauf müssen alle Fertigungsabschnitte termin- und qualitätsgerecht mit Fertigungsunterlagen versorgt werden. Projektierung und Konstruktion haben entscheidenden Einfluß auf die Fertigung. Die Systemunterlagen enthalten Unterlagen für Baugruppen, Funktionsdarstellung und Montageprojekt. Den prinzipiellen Ablauf der Vorbereitung und Herstellung von Automatisierungsanlagen zeigt Bild 1. Einen Überblick über wichtige Fertigungsunterlagen gibt Tafel 1.

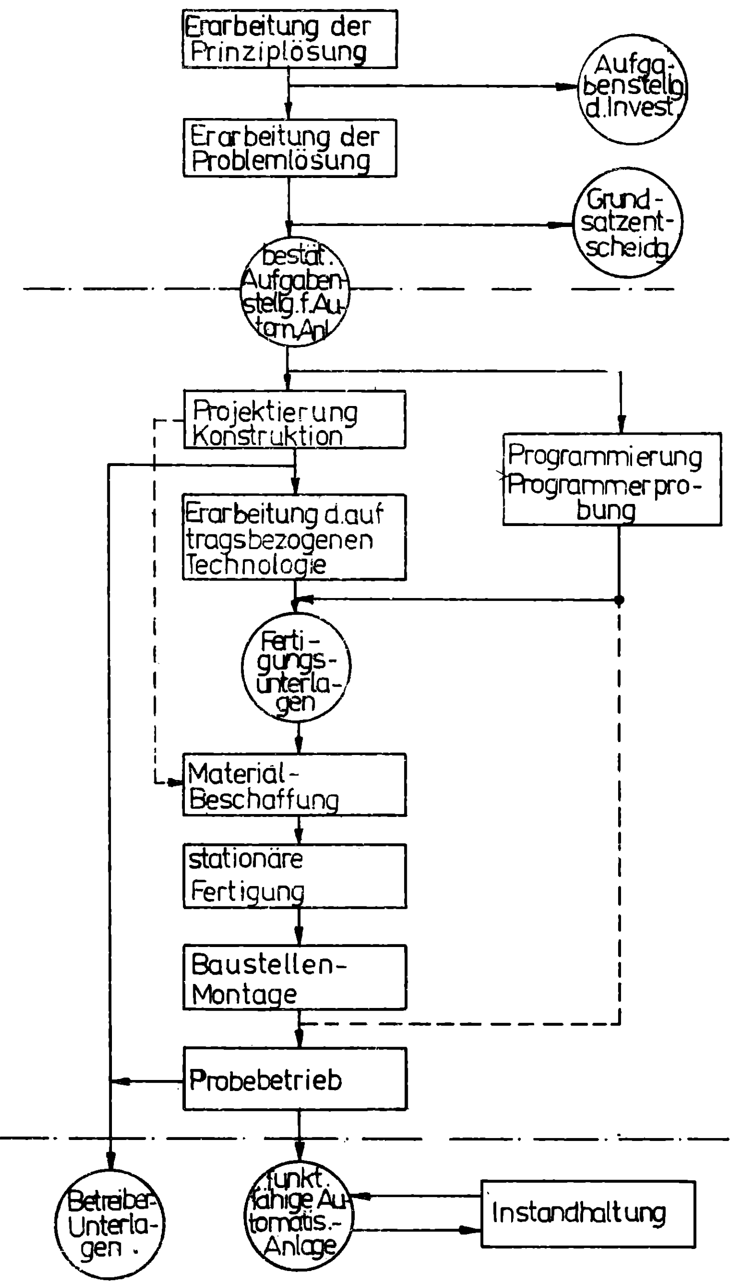


Bild 1 Prinzipieller Fertigungsablauf von Automatisierungsanlagen

Tafel 1 Fertigungsunterlagen für audatec-Automatisierungsanlagen

Unterlage	Stationäre Fertigung	Anlagenmontage
Ausrüstungslisten für Geräte, Montagematerial, Montagebauelemente	x	x
MSR-Stellenliste	x	x
Technische Beschreibung	x	x
Funktionsschaltplan	x	x
Stromlaufplan	x	x
Gerätezusammenschaltungsplan	x	x
Übersichtsschaltplan	x	x
Wirkungsplan	x	x
Kabel- und Leitungsschema	-	x
Trassen- und Kabelführungsplan	-	x
Technologische Beschreibung und Fertigungshinweise	-	x
Schilder- und Kabelliste	x	x
Belegungsplan/ -tabelle	x	x
Bauschaltplan/ -liste	x	x
Brückenliste	x	x
Kartenadressierungsplan	x	x
Strukturplan	x	x
Logikplan	x	x

Tafel 1 Fertigungsunterlagen für audatec-Automatisierungsanlagen

Unterlage	Stationäre Fertigung	Anlagenmontage
Programmablaufplan	x	x
Datenträgerbezeichnungsliste	x	x
Konfigurationsliste	x	x
Kommunikationsstellenliste	x	x
Wörterbücher für technologische Bezeichnungen	x	x
Montageablaufplan, Arbeitskräfteeinsatzplan, Arbeitsmittelplan	-	x
Kabelzugliste	-	x
Kabelkennzeichnungsbandstückliste	x	x
Technologische Vorschrift, Betriebsmittelanweisung	-	x
Arbeitsmittelkatalog	-	x
Montagegrundnormenkatalog	-	x

3. Technologische Konzeption der stationären Fertigung

3.1. Technologischer Fertigungsumfang und - ablauf

Gegenstand des betrieblichen Fertigungsprozesses sind die im Katalog Automation Bauteile (2) freigegebenen Baugruppen, Gefäße, Einrichtungen und Baueinheiten zur dezentralen und zentralen Informationsverarbeitung im audatec-Prozeßleitsystem. Eine Auswahl der wichtigsten audatec-Fertigungskomponenten enthält Tafel 1.
Die bestimmende Aufgabe der stationären Fertigung ist die termingerechte Bereitstellung von funktions- und versandfähigen Baugruppen, Geräten und Gefäßtechnik für die Anlagenmontage in hoher Qualität.
Im einzelnen gliedert sich die stationäre Fertigung für Automatisierungsanlagen mit Mikrorechentechnik entsprechend den unterschiedlichen fertigungstechnologischen Merkmalen in die

- Fertigung von Einzelteilen und Baugruppen für Gefäße
- Fertigung und Prüfung von Funktionsbaugruppen und Geräte
- Montage, Verdrahtung und Bestückung von Gefäßen
- Prüfung von Gefäßen, Teilanlagen und Anlagen.

Der technologische Fertigungsfluß wird in einer Übersichtsdarstellung im Bild 2 dargestellt. Charakteristische Fertigungsabschnitte sind

- Wareneingang
- Mechanische Einzelteilfertigung
- Oberflächenbehandlung
- Montage von Funktionsbaugruppen und Geräten
- Prüfung von Funktionsbaugruppen und Geräten
- Gefäßmontage
- Baugruppenvorbereitung und -prüfung
- Gefäß- und Anlagenprüfung
- Versand

Insgesamt ist die stationäre Fertigung sowohl als Serienfertigung von einzelnen Baugruppen und Geräten als auch auftragsbezogene Fertigung von Gefäßen und Funktionseinheiten, bestehend aus weitgehend standardisierten Einzelbaugruppen, zu klassifizieren.

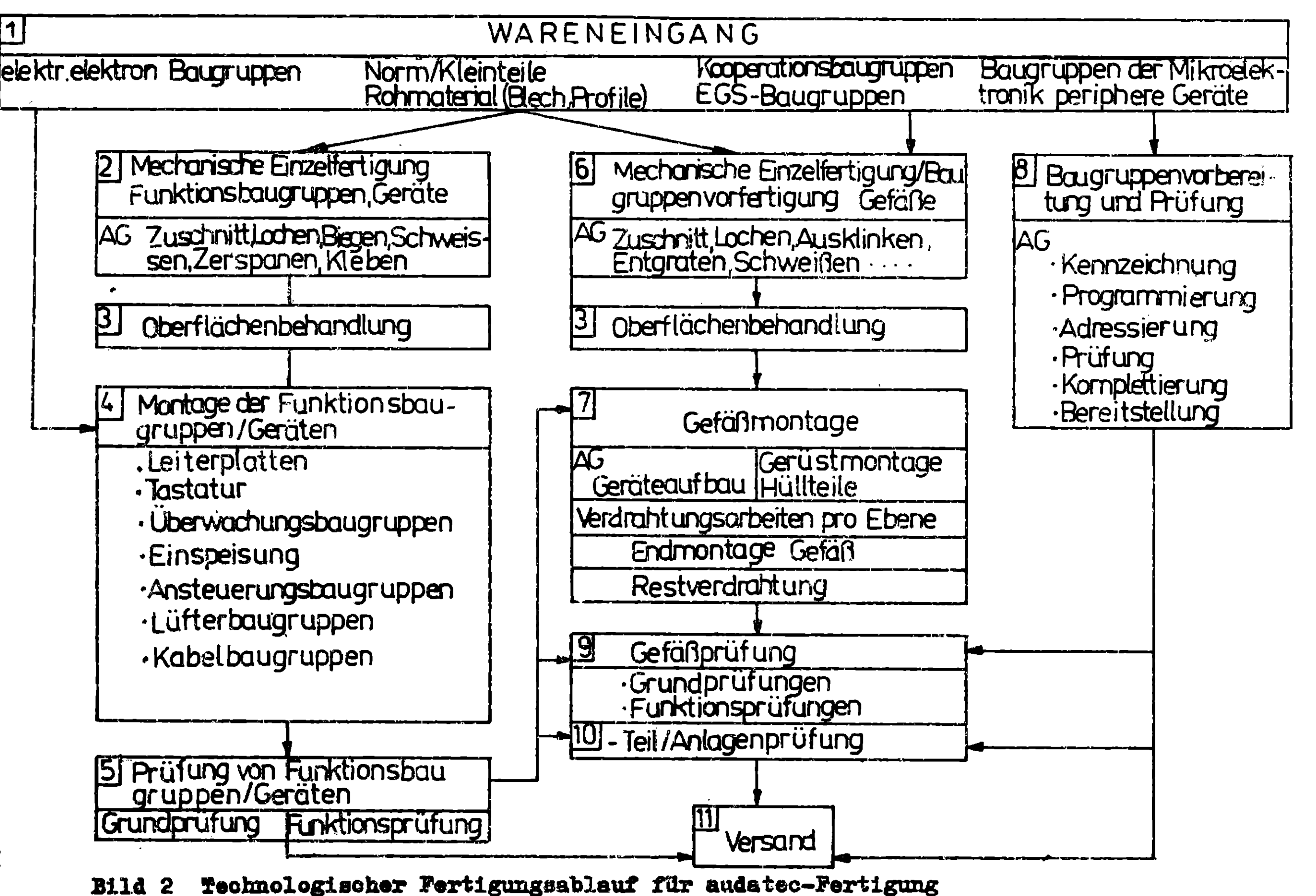


Bild 2 Technologischer Fertigungsablauf für audatec-Fertigung

3.2. Fertigungsorganisation

Für die Produktionsbereiche der Geräte- bzw. mechanische Einzelteilfertigung ist eine Serienfertigung mit unterschiedlicher Stückzahl, bedingt durch den hohen Standardteileumfang der Gefäßtechnik wie auch der Funktionsbaugruppen und Geräte bestimmend. Gleichzeitig ist der auftragsspezifische Charakter der Fertigung der Automatisierungseinrichtungen bei der Gestaltung der betrieblichen Fertigungsorganisation zu berücksichtigen. Daraus folgt, daß im betrieblichen Produktionsprozeß der Montage und Prüfung von audatec-Einrichtungen sowohl Standardkonstruktionen als auch Einrichtungen mit auftragsbezogenem Charakter zu fertigen sind. Nachfolgende hauptsächliche Fertigungsanforderungen liegen vor :

- Fertigung von Gefäßtechnik für Wartenbereich, wie Sitzpult, Beistellgefäß nach Standardvarianten
- Fertigung von Pultsteuerrahmen nach Standardvarianten
- Fertigung von Basiseinheiten mit auftragsbezogener interner Aufrüstung sowie Gefäßfertigung nach Standardvarianten
- Prüfung kompletter Einrichtungen, Teilanlagen und Anlagen.

Bezüglich der auf die Fertigungsorganisation wirkende Einflußfaktoren ist der Terminaspekt der Anlagenbauaufträge dominierend. Das bedeutet, daß zu einem bestimmten Fertigungstermin alle zu einem Anlagenbauauftrag gehörenden Hard- und Softwarekomponenten in einem funktionsfähigen Zustand dem Prüffeld zur Endprüfung zu übergeben sind. Ein Planungshilfsmittel ist hierbei die Bildung von Baueinheiten die eine Verdichtung von mehreren audatec-Baugruppen, wie Baueinheit Pult, bestehend aus Pultgefäß, Pultsteuerrahmen, Tastatur, Monitor, darstellen.
Die Begründung dieser Fertigungsanforderungen liegt in der bereits genannten auftragsspezifischen Struktur der Automatisierungsanlagenbauaufträge d.h., daß durch den Projektanten auf der Grundlage der vorliegenden Aufgabenstellung eine auftragsspezifische Auswahl von Baugruppen und Modulen einschließlich ihrer funktionellen Verknüpfung zu einer Automatisierungsanlage erfolgt.
Durch die gewählte Organisations- bzw. Fertigungsform wird eine hohe Spezialisierung der Arbeitsplätze als Voraussetzung einer hohen Arbeitsproduktivität bei geringen Durchlaufzeiten, eines übersichtlichen Fertigungsablaufes, einer gleichmäßigen Auslastung der Fertigungsabschnitte und optimaler Transportzeiten erreicht. Gleichzeitig besteht eine ökonomisch effektive Gestaltung der technologischen Fertigungsvorbereitung und -durchführung mit einem hohen Anteil an Standardfertigungstechnologien bzw. ihrer auftragsbezogenen Wiederverwendung.
Aufgrund des bekannten Charakters der Serienfertigung von elektronischen Funktionsbaugruppen und Geräten, nach dem Werkstattprinzip wird in den folgenden Abschnitten auf weitere Ausführungen verzichtet, d.h. Gegenstand der weiteren Ausführungen ist die Darstellung und Charakterisierung des unmittelbaren Produktionsprozesses, insbesondere der Gefäßfertigung und -prüfung nach dem Erzeugnisprinzip.

3.3. Gefäßfertigung

3.3.1. Vorfertigung mechanischer Einzelteile

Die Vorfertigung der mechanischen Teile und Baugruppen der Gefäße erfolgt nach Standardunterlagen der Konstruktion und Technologie in technologisch bedingten Losgrößen. Der einheitliche Gefäßsystemschrank der Basissteuereinheit (EGS) wird in dem für audatec-Einsatz modifizierten Teilesortiment gefertigt.
Im folgenden wird ein technologischer Rahmendurchlauf der mechanischen Vorfertigung (Bild 3) dargestellt. Nach dem Zuschnitt der Bleche werden Standardausbrüche (Lochraster, Ausklinkungen) auf Exenterpressen mit Hilfe von Schnittwerkzeugen bzw. auf einer Vielstempelpresse eingebracht.
Danach folgen Arbeitsgänge wie Abkanten zu Profilen oder zur Fertigung von Abkantungen, Radien oder Kofferungen von Flachteilen. Baugruppen wie z.B. Pultklappen, Konsolen, Seitenwände werden mit Wolfram-Inertgas-Schweißverfahren hergestellt. Versteifungen werden durch Punktschweißverfahren eingebracht. Für die Pultklappe und die Fronttafel der Aufsätze sind zusätzlich auftragsbezogene Ausbrüche herzustellen.
Einzelteile und Baugruppen des inneren Aufbaus sind zum Teil galvanisch zu behandeln. Kleinteile mit einen Anteil spanender Fertigung werden im Bereich Gerätefertigung in Losgrößen auf Lager gefertigt.
Die gefertigten mechanischen Gefäßbaugruppen werden nach erfolgter Grundierung und Lackierung der stationären Endmontage der Gefäßfertigung übergeben.

3.3.2. Montage der Einrichtungen

Die Montage der Einrichtungen Pultsteuerrechner, Beistellgefäß, Datenbahnsteuerstation und Basissteuereinheit wird in einem Montagebereich nach gleichen Fertigungsprinzipien und einem einheitlichen Durchlaufschema nach dem Prinzip der unterbrochenen Fließfertigung an speziell ausgerüsteten Montagearbeitsplätzen durchgeführt.
Dabei bestehen im wesentlichen die technologischen Durchlaufschemata

- Montage kompletter einbaufähiger Vorfertigungsbaugruppen
- Montage kompletter Bestückungsebenen
- Montage kompletter Hüll- und Gerüstteilbaugruppen,

in deren Ergebnis alle zur Ausrüstung und Bestückung einer Einrichtung erforderlichen Montagebaugruppen, Geräte, Normteile und Hilfsmaterialien, außer steckbaren Kartenbaugruppen, am Montageband zur Endmontage der Einrichtung bereitgestellt werden. Nach erfolgter Endmontage wird die Automatisierungseinrichtung dem Prüffeld bzw. dem Versand zur Auslieferung übergeben. Die weitere Darstellung des Montageprozesses der Gefäßtechnik erfolgt am Beispiel der Montage des Pultsteuerrechners.

Montage der Pult- und Beistellgefäße. Entsprechend Bild 4 dargestelltem Durchlaufschema ist die Montage der Pult- und Beistellgefäße durch folgende Arbeitsschritte gekennzeichnet :

Montage von Hüll- und Gerüstteilen.
Die im Bereich Bereitstellungslager eingelagerten mechanisch vorgefertigten Blechbaugruppen durchlaufen als Zwischenschritt die Oberflächenbehandlungsanlage bzw. die Galvanik.

Montage kompletter Bestückungsebenen.
Für das Pultleergefäß erfolgt die Montage der Baugruppenaufnahme als "Blechbaugruppe" im Geräteaufbau in Handmontage.

Montage von Vorfertigungsbaugruppen.
Diese Baugruppen umfassen sowohl mechanische Baugruppen, wie komplett montierte V-Schienen, Verschluß, als auch Funktionsbaugruppen, wie Stromkreisverteilerschiene, Übergabeleiste, Einschübe.
Nach erfolgter kompletter mechanischer Ausrüstung, Bestückung mit elektronischen Baugruppen und nachfolgender Verdrahtung wird eine Funktionsprüfung entsprechend vorliegenden Prüfforderungen durchgeführt.

Endmontage.
Aufgrund der Variantenvielzahl an Gefäßausführungen erfolgen Zuführung und Bereitstellung aller Montagebaugruppen im Montagespeicher. Die Zuführung der Montagebaugruppen zum Pultmontageplatz ist dadurch auch je Einzelgefäß organisiert.
Auf einer Montagevorrichtung erfolgt die Montage des Pultgefäßes. Anschließend wird das Pultgefäß dem Prüffeld bereitgestellt.

Montage des Pultsteuerrechners und der Datenbahnsteuerstation.
Nach im Bild 4 dargestelltem Durchlaufschema ist die Montage des Pultsteuerrechners und der Datenbahnsteuerstation wie folgt charakterisiert :
Im Gerätebau erfolgt die Montage des Pultsteuerrechners an einem Handmontageplatz, indem in die Baugruppenaufnahme die Baugruppen Grundeinheit unbestückt, Stromversorgungskassette unbestückt, Lüfterkassette und komplette Einspeisekassette fest verschraubt werden.
Am nachfolgenden Arbeitsplatz werden sämtliche Verdrahtungsarbeiten durchgeführt. Als Arbeitsverfahren werden die Anschlußverfahren Wickeln, Rollpressen, Klemmen und Löten eingesetzt.
Danach wird der PSR dem Prüffeld angeliefert.
Der Montageprozeß der DSS erfolgt nach dem gleichen technologischen Fertigungsfluß. Die Bestückung mit Stromversorgungs-, Überwachungs-, Rechnerbaugruppen erfolgt während der Funktionsprüfung im Prüffeld.

Montage der Basissteuereinheit.
Der Montageprozeß der Basissteuereinheit erfolgt nach einem ähnlichen Ablauf wie beim Pultgefäß. Es werden alle Montagebaugruppen eines Gefäßes, entsprechend Durchlaufschema (Bild 4) im Montagespeicher bereitgestellt, und am Montageband wird zunächst das Leergefäß montiert und danach der vollständig bestückte und verdrahtete Festrahmen mit Anschlußfeld angeschlossen und im Gefäß verschraubt.

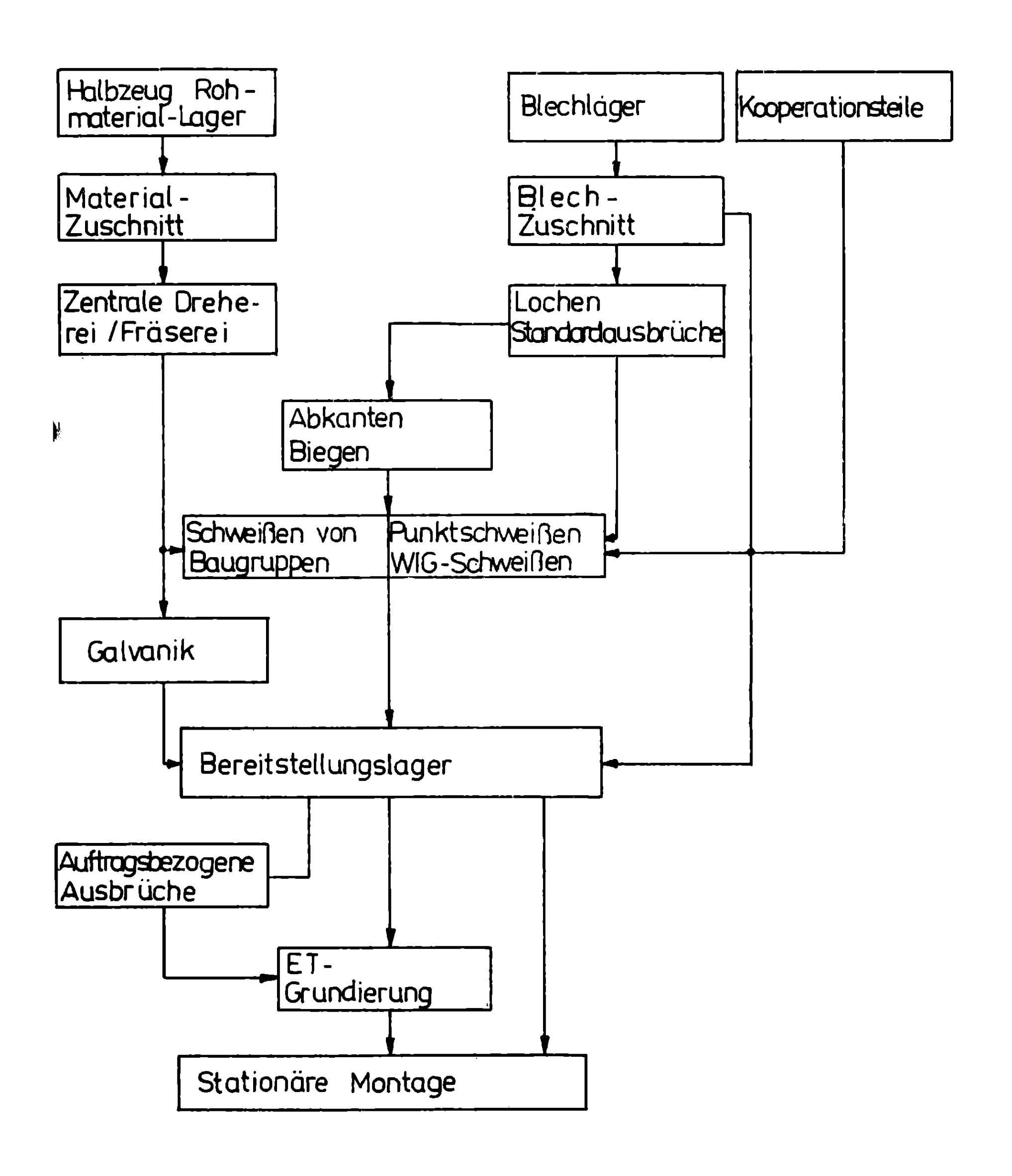


Bild 3 Vorfertigung mechanische Einzelteile

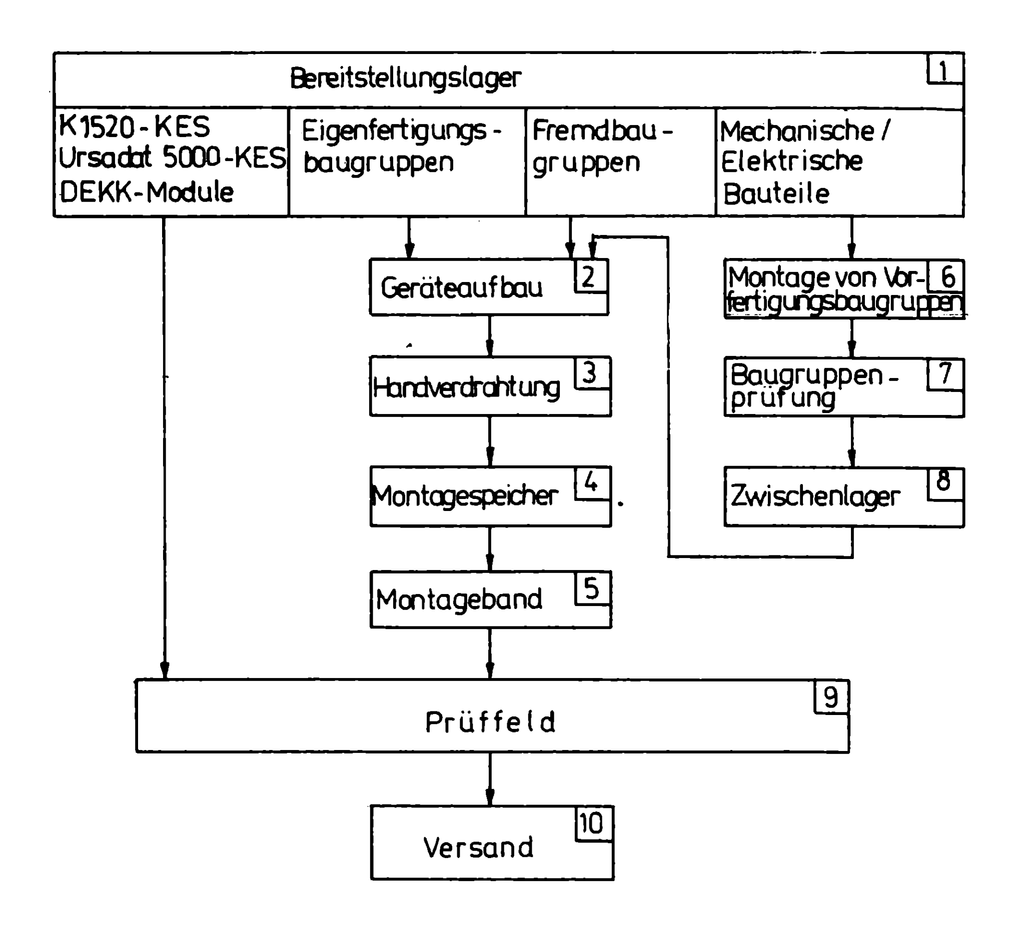


Bild 4 Montage von audatec-Einrichtungen

Neben den hauptgruppenbezogenen konstruktiven Unterschieden der Gefäß- bzw. Bestückungsbaugruppen besteht als wesentlicher Unterschied zum Pultgefäß, daß die interne Schrankbestückung bzw. -verdrahtung,einebenenbezogen durch die Montage und Bestückung des Festrahmens mit dem Anschlußfeld im Geräteaufbau und nachfolgender Verdrahtung am Arbeitsplatz Handverdrahtung erfolgt.

3.4. Prüfung von Baugruppen, Gefäßen und Anlagen

3.4.1. Grundsätze zum betrieblichen Prüfprozeß

Der Umfang der Prüf- und Inbetriebnahmearbeiten entspricht dem Inhalt einer Erzeugnisendprüfung innerhalb der Produktionskontrolle. Der Nachweis der Funktionsfähigkeit einer Automatisierungsanlage oder -teilanlage erfolgt in der Regel je MSR-Stelle (Kommunikationsstelle) mit oder ohne Medium bzw. Koppelung der technologischen Anlage und beinhaltet zugleich den Abgleich zur Erfüllung der festgelegten Übertragungsfunktionen entsprechend der geltenden Güteforderungen.
Unter dem Begriff Prüfung wird im folgenden der Nachweis der Funktionsfähigkeit einer Automatisierungsteilanlage durch Simulation der Baugruppen und Bauteile der Informationsgewinnung und -übertragung verstanden. Der Nachweis der Funktionsfähigkeit erfolgt in der Regel je Verarbeitungsstufe,d.h. daß entsprechend dem festgelegten Produktionsdurchlauf in der stationären Fertigung in den einzelnen Fertigungsabschnitten erforderliche Prüfarbeitsgänge zur Sicherung einer hohen Erzeugnisqualität eingeordnet sind.
Umfang, Qualität und Aufwand der Prüfprozesse werden bestimmt durch den Kompliziertheitsgrad und die Struktur der Hard- und Software der Automatisierungsanlage sowie durch den Umfang und die Detailliertheit der an das auftragsbearbeitende Personal der Projektierung, Konstruktion, Fertigung, Montage, Inbetriebnahme, Instandhaltung und Kundendienst übergebenen Information.
Folgende wesentliche Schnittstellen beeinflussen die Qualität und Funktionsreife des Erzeugnisses :

Entwicklung/Technologie	-	Projektierung/Konstruktion
Projektierung/Konstruktion	-	stationäre Fertigung
stationäre Fertigung	-	Montage/Inbetriebnahme
Montage	-	Inbetriebnahme
Technologie	-	stationäre Fertigung, Montage, Inbetriebnahme.

Die eindeutige Definition der Aufgabeninhalte der dargestellten Schnittstellen ist eine wesentliche Voraussetzung sowohl für die Minimierung der erforderlichen Prüfumfänge als auch für die Gestaltung klar abgegrenzter Arbeitsschritte des Prüf- und Inbetriebnahmeprozesses.
Automatisierungsanlagen mit Mikrorechnern stellen sowohl aufgrund ihrer breiten funktionellen Lösungskonzeption als auch durch den Einsatz mikroelektronischer Baugruppen einschließlich ihrer Vernetzung zu komplexen auftragsabhängigen Automatisierungsstrukturen besondere Forderungen an die Sicherung der Erzeugnisqualität.

Das bedeutet, daß die Gliederung des gesamten Produktionsprozesses der stationären Fertigung wie auch der Baustellenmontage und Inbetriebnahme diesen Bedingungen Rechnung tragen muß. Durch die inhaltliche geschlossene Prüf- und Inbetriebnahmemethodik sind rationelle Prüfverfahren und -arbeitsschritte auf der Grundlage erforderlicher Prüfumfänge zur Sicherung der Erzeugnisqualität festzulegen.
Für audatec-Automatisierungsanlagen wurde eine speziell auf dieses Erzeugnissystem abgestimmte Prüfstrategie in dem betrieblichen Fertigungsprozeß eingeführt.
Zur Sicherung der Funktionsfähigkeit und Fehlerfreiheit jedes audatec-Anlagenbauauftrages durchlaufen die einzelnen audatec-Baugruppen, Funktionseinheiten und Anlagen in Abhängigkeit des erforderlichen Prüfumfanges und Kompliziertheitsgrades nachfolgende Prüfebenen :

1. Baugruppenbezogene Prüfung mit der Zielsetzung des Funktionsnachweises von Eigenfertigungsbaugruppen bzw. von Baugruppen der Zulieferindustrie unter Einbeziehung peripherer Geräte u.a.
2. Gefäßbezogene Prüfung mit der Zielstellung eines komplexen hardwarebezogenen Funktionsnachweises unter Nutzung des Betriebssystems pro Funktionseinheit.
3. Funktionsprüfung von audatec-Teilanlagen bzw. -Anlagen der Informationsverarbeitung als Abschluß der stationären Prüfung.

Der grundsätzliche Prüfablauf für die verschiedenen audatec-Erzeugnisvarianten ist in verallgemeinerter Form in Bild 5 dargestellt.

3.4.2. Baugruppenbezogene Prüfung

3.4.2.1. Grundsätze

Die baugruppenbezogene Prüfung umfaßt die KES des Systems K 1520, der Prozeß-Eingabe/Ausgabe-Karten sowie Überwachungsbaugruppen des Systems ursadat 5000, die DEKK-Stromversorgungsbaugruppen, periphere Geräte sowie die Baugruppen der betrieblichen Eigenfertigung.
Zielstellung der baugruppenbezogenen Prüfung ist der Nachweis der Funktionsfähigkeit der Einzelbaugruppen unter dynamischen Einsatzbedingungen entsprechend der in den technischen Kennblättern enthaltenen Parameter.

Hinsichtlich des umfangreichen Baugruppensortimentes gliedert sich der Prüfablauf zur baugruppenbezogenen Prüfung in :

- Wareneingangsprüfung von zugelieferten Baugruppen
- Prüfung von Eigenfertigungs/Funktionsbaugruppen
- Einrichtungsbezogenen Bereitstellung, Komplettierung und Prüfung von Baugruppen.

Dabei kommen umfangreiche Baugruppenvorbereitungs- und Prüfprogramme zur Anwendung, die eine kartenbezogene Adressierung, auftragsabhängige Kennzeichnung, Bestückung und Programmierung mit Speicherschaltkreisen sowie die Funktionsprüfung umfassen.

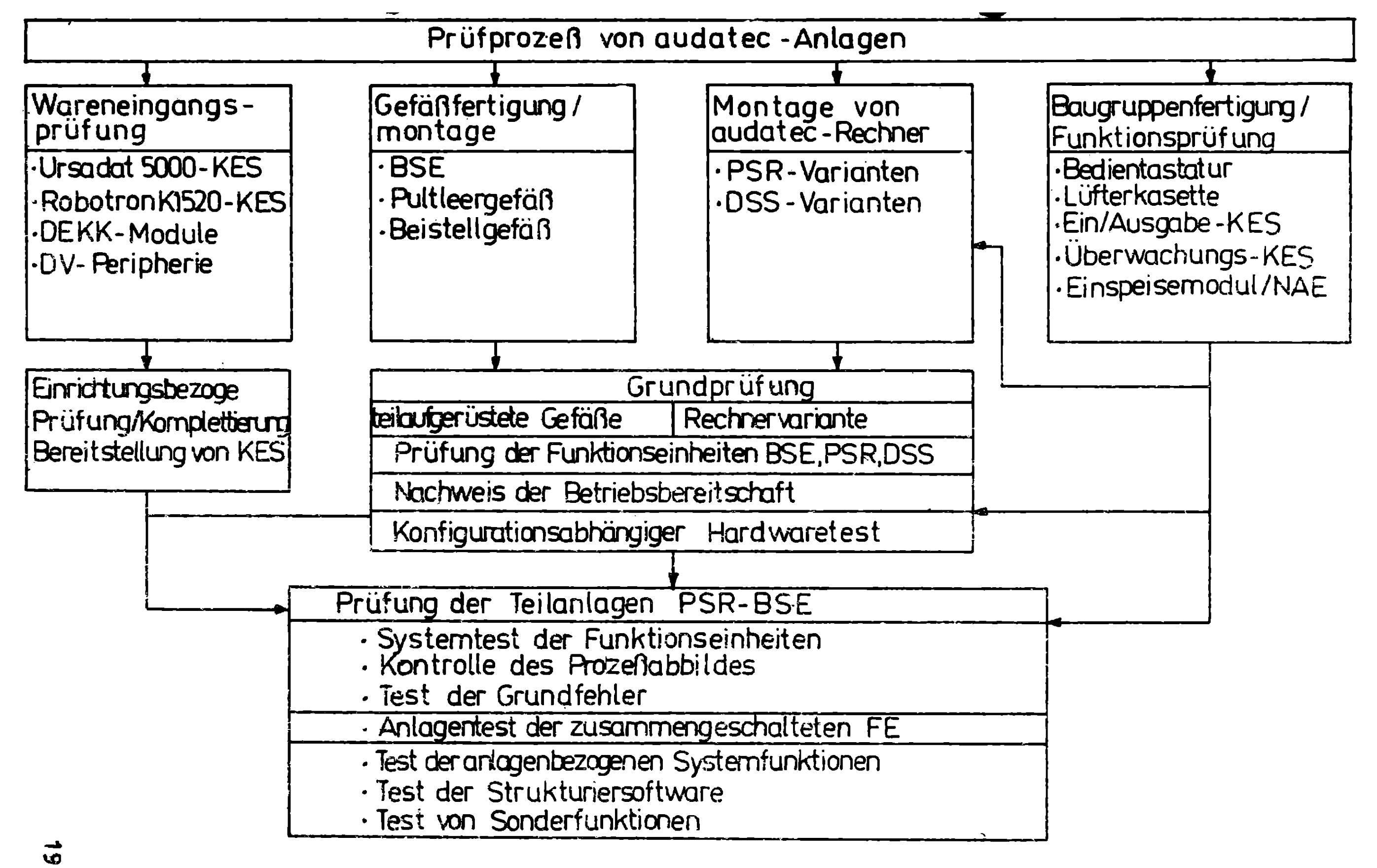


Bild 5 Prüfprozeß von audatec-Anlagen

Im Ergebnis der definierten Arbeitsschrittfolge werden einbaufertige, komplettierte und funktionsgeprüfte Kartenbaugruppen für die gefäßbezogene Hardwareprüfung je Rechnerebene bereitgestellt.

3.4.2.2. Wareneingangsprüfung

Alle steckbaren Kartenbaugruppen des Rechnerkernes, der Prozeßein- und-ausgabekartenbaugruppen sowie der Stromversorgungsmodule und Überwachungsbaugruppen des Erzeugnissystems audatec werden einer vollständigen Wareneingangsprüfung mit nachfolgenden Zielstellungen unterzogen :

- Vollständigkeits- und Sichtkontrolle auf Transportschäden.
- Funktionsprüfung der Kartenbaugruppen unter dynamischen Einsatzbedingungen bei Zimmertemperatur.
- Durchführung von Temperaturbelastungstests nach der 1. bzw. 2. Kammermethode mit unterschiedlicher Prüfzyklenzahl, Temperaturgradienten bzw. Temperaturgrenzwerten.
- Durchführung von Dauerlauftests von ausgewählten Kartenbaugruppen unter dynamischen Einsatzbedingungen bei oberer Betriebsgrenztemperatur.
- Mehrfache Programmier- und Löschzyklen von EPROM-Schaltkreisen unter Einbeziehung der Hochtemperaturlagerung.
- Prüfung der peripheren Datenverarbeitungsgeräte einschließlich Monitor auf Funktionsfähigkeit.

Für die verschiedenen Spektren an Kartenbaugruppen wurden den jeweiligen Prüfanforderungen angepaßte technologische Durchlaufschemata erarbeitet bzw. dialogfähige rechnergestützte Prüfarbeitsplätze entwickelt und bereitgestellt. Der Entsprechende Prüffeldbereich ist direkt in die betriebliche Technische Kontrollorganisation eingeordnet, wodurch eine eindeutige Bearbeitung aller auftretenden Beanstandungen an Fremdbaugruppen geregelt ist.
Nach positivem Abschluß der Prüfarbeitsgänge im Wareneingangsprüffeld werden die Baugruppen dem Baugruppenlager zugeführt.

3.4.2.3. Funktionseinheitenbezogene Bereitstellung, Prüfung und Komplettierung von Baugruppen

Entsprechend der festgelegten Geräte- und Anlagenkonfiguration ist es erforderlich, eine Auswahl der für die Bestückung eines Einzelgefäßes erforderlichen Baugruppenprojekt- bzw. zeichnungssatzbezogen,vorzunehmen. Diese umschließt die Baugruppen des Rechnerkerns, der Prozeß-Eingabe/Ausgabe-Karten sowie Überwachungsbaugruppen und die Stromversorgungsbaugruppen.

Dabei kommen umfangreiche Baugruppenvorbereitungs- und Prüfprogramme zur Anwendung, die eine kartenbezogenen Adressierung, auftragsabhängige Kennzeichnung, Bestückung und Programmierung mit Speicherschaltkreisen sowie die Funktionsprüfung umfassen.

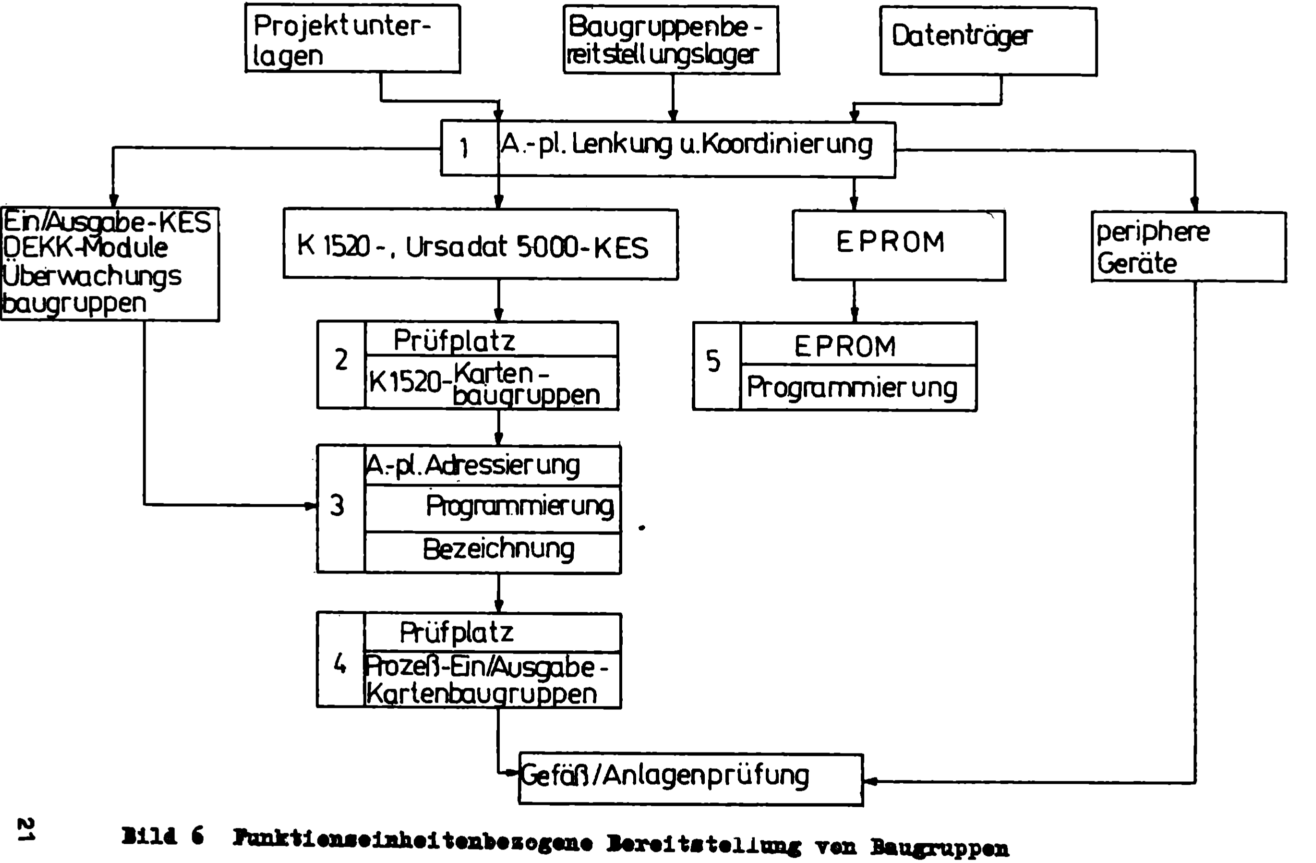


Bild 6 Funktionseinheitenbezogene Bereitstellung von Baugruppen

Pro audatec-Funktionseinheit werden die erforderlichen Kartenbaugruppen auf der Basis der auftragsbezogenen Projektunterlagenebenen - sowie steckplatzbezogen, sortiert und durchlaufen nach einer definierten Arbeitsschrittfolge speziell ausgerüstete Komplettierungs-und Prüfarbeitsplätze im audatec-Prüffeld, Gleichfalls erfolgt die Bestückung der Kartenbaugruppen mit programmierten und gekennzeichneten EPROM-Schaltkreisen. Die Programmierung der EPROM-Schaltkreise wird auf der Grundlage von Standard- und auftragsspezifischen Datenträgern funktionseinheitenbezogen durchgeführt.

Im Ergebnis dieser Prüfschrittfolge werden für die einrichtungsbezogene Hardwareprüfung funktionsfähige, gekennzeichnete sowie auftragsbezogene komplettierte Kartenbaugruppen je Einrichtung bereitgestellt.

Arbeitsplatzgestaltung :

Die erforderlichen Arbeitsplätze sind im Prüffeldbereich Baugruppenfunktionsprüfung eingeordnet in denen den speziellen Bedingungen des Arbeitsschutzes, der Betriebssicherheit sowie des Arbeitsklimas Rechnung getragen wird.

Wesentliche Arbeitsmittel :

- Prüfrechner für K 1520 und ursadat 5000-Kartenbaugruppen
- Simulation für analoge Geber sowie digitale Eingangs- und Ausgangssignale
- Digitalvoltmeter, Wickelwerkzeug

Wesentliche Arbeitsunterlagen :

- Projekt- und Fertigungsunterlagen, wie Kartenadressierungsplan, Belegungsplan, Datenträgerkennzeichnungen
- Betriebsdokumentation K 1520, ursadat 5000 Arbeitsplatzbezogene technologische Prüfvorschriften je Baugruppentyp.
- Datenträger für Firmware.

3.4.2.4. Prüfung von Eigenfertigungsbaugruppen

Gegenstand dieses Prüfprozesses ist der baugruppenbezogene Funktionsnachweis aller Eigenfertigungsbaugruppen, wie

Ansteuerkarten, Prozeß-Eingabe/Ausgabe-Karten, Überwachungskarten
Tastatur
Netzanschlußeinheit/Einspeisemodul
Lüfterkassette
Kabelbaugruppen

Diese Baugruppen werden auf der Grundlage eines Standardzeichnungssatzes in definierten Varianten als einbaufähiges Einzelbaugruppe gefertigt und geprüft.

Aufgrund des konstruktiv und funktionell unterschiedlichen Aufbaus besteht für jede Baugruppe ein eigenständiger Fertigungs- sowie Prüfprozeß im Sinne einer klassischen Baugrüppenmontage und -prüfung von elektrischen und elektronischen Baugruppen mit Seriencharakter. Zielstellung dieses Prüfabschnittes ist somit der Funktionsnachweis je Einzelbaugruppe entsprechend technischer Beschreibung und Kennblattanforderungen, d.h. je nach Schwierigkeitsgrad werden die Prüfebenen Bauelementevorprüfung, Sichtprüfung, Schutzleiterprüfung, Nachweis des Isoliervermögens, Verdrahtungsprüfung sowie Funktionsprüfung durchlaufen.
Die durchzuführenden Prüfaufgaben werden im wesentlichen im Prüffeld der Gerätefertigung an speziell ausgerüsteten Baugruppenprüfplätzen durchgeführt.

Wesentliche Arbeitsmittel :

- Gleichspannungsregler, Vielfachmesser, Digitalvoltmeter, Adaptiereinrichtungen
- Prüfrechner für Kartenbaugruppenprüfung einschließlich Testprogrammen
- baugruppenbezogene Prüfhilfsmittel.

3.4.3. Gefäßbezogene Prüfung

3.4.3.1. Überblick

Bei der Konzeption des Prüfablaufes von audatec-Einrichtungen werden die besonderen Anforderungen an den Funktionsnachweis von speicherprogrammierbaren Systemen zugrunde gelegt, d.h., daß im Gegensatz zu verdrahtungsprogrammierten Systemen die Prüfabläufe bzw. technische Diagnostik stets die zwei Komponenten Hard- und Software der zu prüfenden Funktionseinheit beinhalten. Damit wurde für den Prüfablauf der audatec-Einrichtungen ein Prüfkonzept mit einer Arbeitsfolge, die eine Lokalisierung der Fehlersuche nach der Hardware- bzw. Softwarekomponente ermöglicht, festgelegt.

Diese sichert, daß die Bestimmung der eindeutigen Funktion bzw. die Fehlerzuordnung nach

- fehlerhaften Hardwarebaugruppen, wie austauschbare Kartenschübe, EPROM u.a.
- fehlerhafte Verknüpfung der Hardwarebaugruppen, wie Verdrahtungs- und Kontaktierfehler
- Firmwarefehler

gesichert wird. Dadurch, daß der Funktionsnachweis von Hardwarebaugruppen der Systemschnittstelle Mikrorechnerbus (Daten-, Steuer-, Adreßbus) nur mittels funktionsbezogener Prüfsoftware pro Baugruppentyp realisiert werden kann, ist eine Funktionsaussage der Hardwarebaugruppen bzw. Ermittlung einer fehlerhaften Hardwarebaugruppe nur dann gegeben, wenn auf einen unbedingt funktionsfähigen Hardwareteil Bezug genommen werden kann.

Um dieser Zielstellung zu entsprechen, wurde eine klare Trennung des Prüfablaufes in eine Funktionsprüfung der Hardware und eine danach folgende Prüfung der Firmware realisiert. Das bedeutet, daß

- für den Funktionsnachweis der Hardware funktionsorientiert aufgebaute Prüfprogramme sowie spezielle funktionsfähige Prüfhardware
- für den Funktionsnachweis der Firmware die komplett generierte Firmware in einer Funktionseinheit mit den enthaltenen Fehlerdiagnose-, Überwachungs- und Verarbeitungsprogrammen

den Prüfgegenstand darstellen. Dabei ist die sichere und zuverlässige Kontaktierung an der Systemschnittstelle Mikrorechnerbus eine unbedingte Voraussetzung.
Für alle audatec-Funktionseinheiten wurde ein gleicher Prüfablauf mit den Arbeitsschritten

Grundprüfung
Nachweis der Betriebsbereitschaft
Konfigurationsabhängiger Hardwaretest

festgelegt. Der Nachweis der System- und Prozeßkommunikation sowie der richtigen Strukturierung der KOM-Stellen erfordert stets das Zusammenschalten von Pultsteuerrechner und Basiseinheit eines Anlagenbauauftrages und wird daher innerhalb der Prüfung der Teilanlagen beschrieben.
Aufgrund des erforderlichen Prüfzielaufwandes je Prüfling aber auch bedingt durch den hohen Entwicklungsaufwand an Prüfverfahren und -mitteln entsprechen die verschiedenen Hierarchieebenen des Prüfprozesses der Zielstellung durch eine strenge Gliederung der Prüfarbeitsschritte dem vorliegenden Kompliziertheitsgrad und erforderlichen Prüfumfang Rechnung zu tragen. Die klare Abgrenzung der erforderlichen Prüfschritte stellt die unmittelbare Voraussetzung für eine Gestaltung des Prüfprozesses unter Serienfertigungsbedingungen als auch auftragsbezogener Fließfertigung dar. Das schließt gleichzeitig die Bereitstellung moduler anwendbarer Prüfsoftware und -technologien insbesondere für die hardwarebezogenen Prüfaufgaben ein.
In gleicher Hinsicht sind die prüftechnologischen Grundsatzfestlegungen für den Prüfaufgabenumfang des audatec-Erzeugnissystems sowohl für den stationären Fertigungsbereich als auch für den Funktionsnachweis unter Inbetriebnahmebedingungen definiert, so daß eine geschlossene Prüfmethodik unter der Berücksichtigung des Fehler- und Überwachungssystems der Firmware über den gesamten Produktionsprozeß eines Automatisierungsanlagenbauauftrages besteht. Diese Aussage ist auf die unterschiedlichen audatec-Erzeugnisvarianten autonome Automatisierungseinrichtung, Kleinverbund- und Großverbundanlagen zu verallgemeinern, für die ein inhaltlich abgestimmtes System von Erzeugnisbeschreibung, Projektdokumentation einschließlich Firmwaredokumentation sowie Prüftechnologien einschließlich erforderlicher Hardwareeinrichtungen, wie Simulatoren, Bediengeräten u.a. bereitgestellt werden. Damit wird gleichzeitig einer einfachen und übersichtlichen Handhabung der technologischen Prüfunterlagen, Eingrenzung der Prüf- und Software wie auch Qualifizierung des Prüfpersonals Rechnung getragen.

3.4.3.2. Grundprüfung

Die Grundprüfungen beinhalten die Sicht-. die Schutzleiterprüfung, den Nachweis des Isoliervermögens und die Verdrahtungsprüfung.
Ergebnis der Grundprüfung ist die Freigabe einer projektgerecht montierten, bestückten und verdrahteten Einrichtung für die gefahrlose Netzschaltung der nachfolgenden Hardwarefunktionsprüfung.

Arbeitsschritte der Grundprüfung

1. Sichtprüfung der Einrichtung mit den Teilaufgaben
   - Überprüfung der handrevidierten Fertigungs-, Projektunterlagen auf Vollständigkeit
   - Begutachtung des Leergefäßes, wie Maßgenauigkeit, Winkligkeit, Oberflächengüte u. a.
   - Überprüfung der Montageausführung und Bestückung
   - Prüfung der Beschriftung und Beschilderung

2. Schutzleiterprüfung mit den Teilaufgaben
   - Sichtprüfung auf vorschriftsmäßige Verlegung und vollständige Schutzleiterverbindungen einschließlich Kennzeichnung.
   - Prüfung der Farbkennzeichnung, Leitertyp und Verbindungselemente
   - Prüfung der Schutzleiterquerschnitte und Überstromschutzeinrichtungen
   - Überprüfung der Verbindungen Gerät-Schutzleiteranschlußstelle bzw. Gehäuseteile untereinander.

3. Nachweis des Isoliervermögens

   Entsprechend der Einordnung der Einrichtungen nach Bestückungsgrad und Potentialgruppen erfolgt der Nachweis des Isoliervermögens mittels einer Prüfwechselspannung zwischen 500 V und 3,5 kV mit einer Zeitspanne von 2 s Prüfzeit. Die Prüfschritte beinhalten die Prüfung aller externen Anschlußpunkte der Zelleneingänge, -ausgänge gegen Masse sowie Prüfung des Isoliervermögens untereinander. Erfolgt kein Durchschlag, so gilt die Prüfung als bestanden.

4. Verdrahtungsprüfung mit den Teilaufgaben
   - Sichtprüfung der Verdrahtung, wie Prüfung der verwendeten Drahtquerschnitte, Farbkennzeichnung, ordnungsgemäße Verlegung
   - Durchführung der Verdrahtungsprüfung mittels Handprüfung sämtlicher Leitungsverbindungen zur Erkennung und Beseitigung von Kurzschlüssen bzw. Leitungsunterbrechung, fehlenden bzw. zusätzlichen Verbindungen auf der Basis der gefäßbezogenen Verdrahtungsunterlagen.

Für alle Grundprüfungen bestehen räumlich getrennte Arbeitsbereiche mit speziell ausgerüsteten Arbeitsplätzen.

3.4.3.3. Nachweis der Betriebsbereitschaft

Der Nachweis der Betriebsbereitschaft umfaßt den Funktionsnachweis der hardwarebezogenen Teilfunktionen Hilfsenergieversorgung und -überwachung, Funktionskomplexe Lüfter, sowie hardwarebezogene Überwachungsfunktionen.

Arbeitsmittel :

Trennstelltrafo mit Netzkabel, Digitalvoltmeter, Logiktester, Durchgangsprüfer, Adapterkarten

Arbeitsunterlagen :

Prüftechnologie, Belegungspläne, Stromlaufplan, Gerätezusammenschaltungsplan, Kartenadressierungsplan, Verdrahtungsunterlagen

Voraussetzung :

Grundgeprüfte audatec-Einrichtung, Module der Stromversorgung und Rechnerkassette sind gezogen.

Prüfablauf :

- Netzspannung anlegen und zuschalten

  Überprüfung des Einspeisemoduls bzw. der Netzanschlußeinheit auf Grundfunktion, Kontrolle der rechnerinternen 220 V-Verteilung
- Test der Hilfsenergieüberwachungsfunktionen durch Simulation von Ausfallzuständen und Auswertung der Überwachungsanzeigen an den gesteckten Überwachungsbaugruppen
- Test der Funktionsfähigkeit der Stromversorgungsmodule durch Auswerten der Überwachungsbaugruppen und Kontrolle der Ausgangspegel bei schrittweiser Bestückung mit Stromversorgungsmodulen
- Kontrolle der einzelnen Rechnerspannungen an definierten Prüfpunkten, insbesondere am Systembus
- Test der Nennbelastbarkeit der Stromversorgungsmodule durch Bestücken mit den projektierten Rechnerkarten einschließlich der Anschlußkabel und Versorgung der peripheren Geräte
- Überprüfung der Bildung des NMI- Signals bei Hilfsenergiepegel 182 VWs mittels Logiktester am Grundbus
- Kontrolle der Sekundärspannungs - und Taktüberwachung sowie Epromverschaltfolgesteuerung durch Simulation von Hilfsenergieausfällen
- Überprüfung der Überwachung des Ausfallverhaltens der Lüfter durch Simulation des Lüfterausfalls
- Kontrolle der externen Meldespannungsversorgung

3.4.3.4. Konfigurationsabhängiger Hardwaretest

Der konfigurationsabhängige Hardwaretest beinhaltet den Funktionstest aller zu einer Rechnerkonfiguration festgelegten KES des Rechnerbusses, der Überwachungs-, Ansteuer- und Eingabe:Ausgabe-Modulen innerhalb der zu prüfenden Einrichtung mit der Zielstellung des Funktionsnachweises aller hardwarebezogenen Einzelfunktionen unter dynamischen Betriebsbedingungen.

In Abhängigkeit der gewählten Lieferform bestehen 2 grundsätzliche Prüfvarianten.

- Prüfablauf für Lieferform Hardware-Direktverlauf
- Prüfablauf für Lieferform Anlagenbauauftrag bzw. IKK

Der durchzuführende Prüfumfang des konfigurationsabhängigen Hardwaretest's bildet den Abschluß des Prüfkomplexes "gefäßbezogene Prüfung".

3.4.3.4.1. Prüfablauf für Lieferform Hardware-Direktverlauf

Der Prüfablauf für den konfigurationsabhängigen Hardwaretest ist charakterisiert durch die Prüfung aller zu einer audatec-Einrichtung festgelegten KES mittels spezieller kartenbezogener Einzeltestprogramme, innerhalb dessen das funktionelle Zusammenwirken zwischen verdrahteten Grundbus, zentraler Recheneinheit, Speicherkarten, Ein/Ausgabekarten und Überwachungskarten nachgewiesen wird.
Als grundsätzlicher Arbeitsablauf gilt, daß auf einer zu steckenden Prüfspeicherkarte alle Prüfeinzelprogramme mit festen Adressen über eine angeschlossene Bedieneinheit K 7622 aufgerufen werden können. Nach Durchlaufen des Prüfprogrammes erfolgt in Abhängigkeit von der erreichten Endadresse die Bewertung des Funktionsnachweises bzw. Fehlerbyteauswertung.

Arbeitsmittel :

Bedieneinheit K 7622, Logiktester, Digitalvoltmeter, Prüfkarte mit Einzeltestprogrammen, spezielle Prüfadapter

Arbeitsunterlagen :

Zeichnungssatz PSR, PSS, Projektunterlagen BSE, Betriebsdokumentation K 1510/Ursadat 5000

Voraussetzungen :

Einrichtung grundgeprüft, erfolgreicher Abschluß des Nachweises der Betriebsbereitschaft der Einrichtung
Bereitstellung der zur Komplettierung der Einrichtung erforderlichen funktionsgeprüften KES

Prüfablauf :

- Durchführung des Mikrorechnerstandardtest mit der Zielstellung der Überprüfung der Daten- und Adreßleitungen, der richtigen Abarbeitung der Grundbefehle der CPU sowie des RAM-Test's der ZRE
- Ermittlung der Prüfsummen der abgelegten EPROM-Schaltkreise zur ordnungsgemäßen Funktion der Festwertspeicher
- Durchführung eines verschärften RAM-Test's bezüglich auftretender benachbarter Speicherzellenbeeinflussung
- Test der Busverstärkerbaugruppe
- Test der RAM-Stärkung durch Kontrolle des Datenerhaltes der RAM-Zellen nach erfolgter Abschaltung bzw. Wiedereinschaltung der Einrichtung
- Test des Funktionsumfanges der Überwachungsbaugruppe VEW bzw. VEB durch Simulation definierter Ausfallzustände.

Je Einrichtung wird folgende Erweiterung des Hardwaretestes durchgeführt :

Pultsteuerrechner

Entsprechend der vorliegenden PSR-Variante wird in analoger Weise die Prüfung der Ansteuerkarten durchgeführt. Der Nachweis der Grundfunktion erfolgt unter Einbeziehung der peripheren Geräte, sodaß sowohl Dateneingabe- als auch -ausgabefunktionen mittels spezieller Prüfprogramme bzw. definierter Datenmengen realisiert werden.
In den Arbeitsschritten

- Prüfung der Tastaturansteuerkarte/ISI einschließlich angeschlossener Bedientastatur
- Prüfung der Monitoransteuerkarte einschließlich angeschlossenem Farbmonitor
- Prüfung der AMA- bzw. ISI-KES mit angeschlossenem Drucker
- Prüfung der AKB-Ansteuerkarte einschließlich angeschlossenem Kassettenmagnetbandlaufgerät
- Prüfung der ZI-KES durch Zusammenschaltung von ZI-Baugruppen und Datenübertragung im Einrechnertest

Datenbahnsteuerstation

Der Prüfablauf erfolgt in gleicher Weise wie beim Prüfablauf des PSR unter der Berücksichtigung des unterschiedlichen Bestückungsumfanges an KES. Zusätzlich wird eine Funktionsüberprüfung des DAR-ZNV-Funktionskomplexes realisiert.

Basiseinheit

Im Abhängigkeit von der auftragsbezogenen Bestückung mit Prozeßein-/Ausgabekarten erfolgt in analoger Weise die kartenbezogene Funktionsprüfung mittels Einzeltestprogrammen des Systems Ursadat 5000, gegliedert nach

- Prüfung des Analog-Eingabe-Komplexes des Kontrollwertes je Eingangskanal und Kontrolle eines definierten Toleranzbereiches
- Prüfung der Dialogfähigkeit der CPU der ZER mit Ursadat 5000 KES, die den Peripherieschaltkreis PIO als Schnittstelle ausweisen, wie VIZ, IA, DES, DED .... Hierbei wird der PIO-Schaltkreis mit 2 verschiedenen Werten beschrieben und rückgelesen und verglichen. Die Übertragungsfunktion des Prüflings wird nicht überprüft.
- Prüfung der ZI-Baugruppen als Einrechnertest. Hierbei wird abwechselnd ein Uminitialisieren der Karten vom Sender auf Empfängerbetriebsort realisiert und der Telegramminhalt überprüft.
- Prüfung der Dialogfähigkeit der CPU der ZRE mit Ursadat 5000-KES, die den Peripherieschaltkreis CTC als Schnittstelle ausweisen. Hierbei wird der CTC mit 2 verschiedenen Zeitkonstanten beschrieben und zurückgelesen. Die Übertragungsfunktion des Prüflings wird nicht geprüft.

- Test der DAR-ZNV-Funktionskomplexes durch Simulation definierter Fehlerzustände.

3.4.3.4.2. Prüfablauf für Lieferform IKK/Anlagenbauauftrag

Die Weiterführung der hardwarebezogenen Funktionsprüfung der Funktionseinheiten zum Funktionsnachweis der einzelnen steckbaren Hardwarebaugruppen erfolgt unter Nutzung der auf Epromschaltkreisen abgelegten Firmware.
Der Prüfablauf basiert auf der Nutzung der in der Firmware der jeweiligen Funktionseinheit enthaltenen Routinen Systemanlauf und Eigenüberwachung.

Prinzip der Prüfung ist, das eine schrittweise Bestückung von Kartenbaugruppen erfolgt. Die auf dem Monitor angezeigten "planmäßigen" Fehler-Adressen von noch nicht gesteckten Kartenbaugruppen- sind nach Fehlerbild auszuwerten.
Die systematische "Fehlerbeseitigung" erfolgt durch das schrittweise Bestücken von Kartenbaugruppen mit den angezeigten Fehleradressen. Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis keine Fehlerausschriften auftreten.

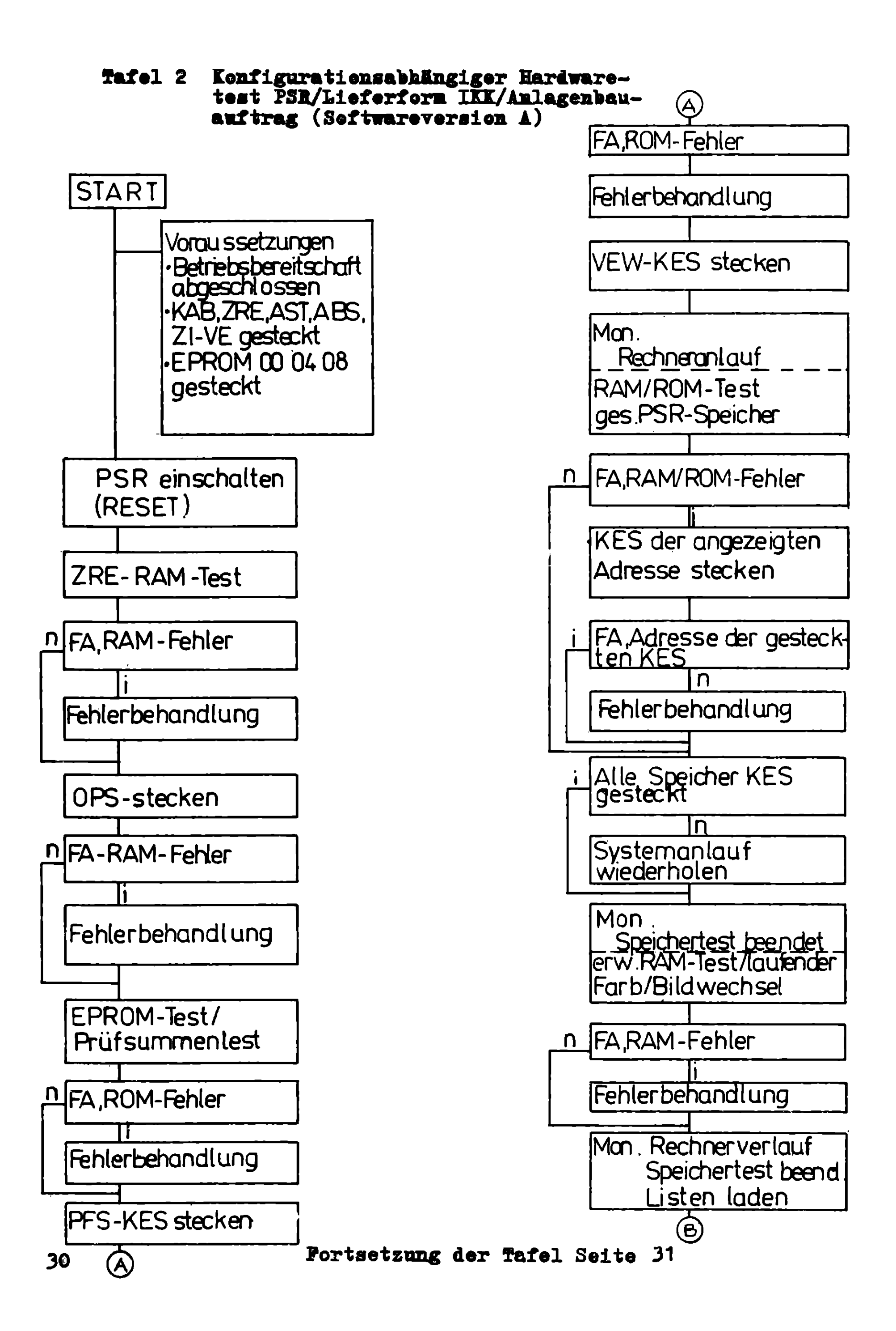
Für die einzelnen Funktionseinheiten bestehen spezielle Ablaufpläne, die die unterschiedlichen Hardware/Softwareforderungen innerhalb des gewählten Prüfablaufes berücksichtigen.

Den vereinfachten Ablauf für die Funktionsprüfung der Einrichtung PSR zeigt Tafel 2.
Bei der Fehlerbewertung des jeweiligen Prüfschrittes ist zwischen definierten und undefinierten Fehlern zu unterscheiden. Definierte Fehler entsprechen einer eindeutig definierten Fehleranzeige gemäß "Systemfehlerbeschreibung des Systems audatec". Läßt die Fehleranzeige keine eindeutige Bewertung auf die Fehlerursache zu, so liegt ein undefinierter Fehler vor, der verbal zu beschreiben ist. Treten komplizierte undefinierbare Fehler auf, die nicht eindeutig zu analysieren sind, so ist der Prüfablauf abzubrechen und unter Nutzung spezieller Einzelteilprogramme eine Fehlereingrenzung vorzunehmen.
Der Funktionsnachweis gilt als abgeschlossen, wenn alle steckbaren Kartenbaugruppen einer Funktionseinheit als funktionsfähig im dynamischen Betrieb unter Einbeziehung der Datenverarbeitungsperipherie zu bewerten sind sowie die Anzeigen auf dem Monitor bzw. auf den Kontrollmodulen keine Fehlerzustände ausweisen.

3.4.4. Prüfung von audatec-Teilanlagen

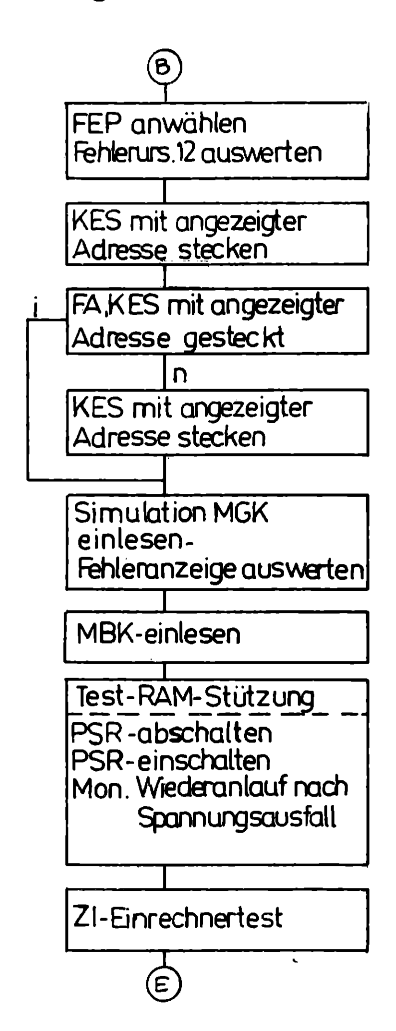
Der Prüfumfang "Teilanlagenprüfung" umfaßt das Aufgabengebiet der erstmaligen Zusammenschaltung eines auftragsbezogenen Funktionskomplexes PSR und BSE über die serielle Datenbahn unter der Zielstellung des Nachweises der ordnungsgemäßen Funktion der System- und Prozeßkommunikation, der Datenübertragung zwischen den Funktionseinheiten, der Kontrolle des Prozeßabbildes und der Nachweis von definierten Grundfehlern.

Tafel 2 Konfigurationsabhängiger Hardwaretest PSR/Lieferform IKK/Anlagenbauauftrag (Softwareversion A)



Fortsetzung der Tafel Seite 31

Fortsetzung der Tafel 2



Bemerkung

KES nur bei ausgeschaltetem PSR ziehen/stecken.

Arbeitsunterlagen

- Unterlagen System- und Prozeßkommunikation, Prüftechnologie, vollständige Projektunterlagen, Datenträgerliste

Arbeitsmittel

- Farbmonitor, Tastatur,Kassettenlaufwerk, gesteckte Prüfstrukturiereprom in BSE und PSR, Prüfstrukturierkassette BSE und PSR über Datenbahn gekoppelte PSR und BSE

Voraussetzungen

Hardwaregeprüfte Funktionseinheiten PSR, BSE

Prüfablauf

Inbetriebnahme und Systemtest PSR

- Hilfsenergie PSR zuschalten, Systemanlauf und Speichertest auf Fehleranzeigen kontrollieren
- Überprüfung der Systemkommunikation durch einmaliges Eingeben aller Einzelfunktionen
- Test der Prozeßkommunikation entsprechend der eingeschränkten PSR-Betriebsart
- Mustervergabe realisieren
- PSR-Status anwählen und Prüfstrukturierkassette PSR einlesen
- Fehleranzeige bewerten, Fehler beseitigen.

Inbetriebnahme und Systemtest BSE

- Hilfsenergie BSE zuschalten
- Fehleranzeigen bewerten und Fehler beseitigen
- PSR, Betriebsart, on-line realisieren
- Status BSE anwählen, Fehleranzeige bewerten und Fehler beheben
- Test Datenübertragung, Durchführung ZI-Test
- Einlesen Prüfstrukturierkasette BSE
- Test der Prozeßkommunikation durch einmaliges Anwählen der möglichen Kommunikationsschritte

Durchführung der Kontrolle des Prozeßabbildes

Zielstellung ist die Überprüfung aller KOM-Stellen auf ordnungsgemäße Ablage der Prozeßeingabe/Ausgabe-Signale im Prozeßabbild durch Simulation und Vergleich des Rohwertes durch Anwahl des Projektabbildes auf dem Farbmonitor.
Die Erstellung der Prüfstrukturierkassette erfolgt während der Projektierungsphase am Strukturierarbeitsplatz unter Beachtung der auftragsspezifischen Hardwarebestückung der BSE.

Die wesentliche Besonderheit liegt in der Zusammenfassung aller Ein- und Ausgänge einer Prozeßein/-ausgabekarte zu einer KOM-Stelle.

Prüfablauf

- Anwahl der Einzeldarstellung pro KOM-Stelle (Analogeingabe)
- Simulation der Prozeßeingänge am Prozeßanschlußfeld
- Kontrolle der Anzeige der "Einzeldarstellung"
- Fehlerbewertung und -beseitigung
- Wiederholen der Arbeitsschrittfolge bis Kartenumfang komplett getestet
- Auswahl der Einzeldarstellung pro KOM-Stelle-Ausgabe
- Simulation der Prozeßausgänge durch Beschreiben des Prozeßabbildes
- Kontrolle der Anzeige der "Einzeldarstellung"
- Fehlerbewertung und -beseitigung
- Wiederholung der Arbeitsschrittfolge bis Kartenumfang komplett getestet

Test der Grundfehler

- Test Lüfterausfall, Ausfall Geberstromversorgung und Netzausfall durch Anregen über Sicherungsziehen
- Test der Datenübertragung durch Ziehen der Griffschale des ZI-VE
- Test der Interruptabgabe der Impulsausgabe-KES
- Test der Analogausgabe-KES durch Umschalten auf externen Analogwert
- Kontrolle der Stützspannung der RAM-KES durch Umschalten auf Betriebsart "Zwangsladen"

Die Prüfung der Teilanlage "PSR-BSE" gilt als abgeschlossen, wenn nach Abarbeiten aller Prüfschritte ein fehlerfreier Systemzustand der Teilanlage besteht.
Auf die spezielle Darstellung von Systemtest's mit den Funktionseinheiten Reserve-Basiseinheit, autonome Einrichtung sowie Koppeleinheit- Wartenrechner wird auf Grund ihrer ähnlichen Funktionskomplexe verzichtet.

3.4.5. Anlagenprüfung

Voraussetzung des Anlagentestes ist die Zusammenschaltung aller Funktionseinheiten einer Anlage über die serielle Datenbahn, die ordnungsgemäße Funktion aller Einzelfunktionseinheiten sowie das erfolgte Einlesen der Strukturierdaten je Funktionseinheit.

Wesentliche Zielstellung des Anlagentestes sind

- der Nachweis der ordnungsgemäßen Datenübertragung zwischen den Funktionseinheiten

- der Nachweis der ordnungsgemäßen Zu- und Abschaltung der Funktionseinheiten sowie Anlagenausfallverhaltens
- der Nachweis der ordnungsgemäßen Funktion von Koppeleinrichtungen und Reservestationen
- Durchführung von definierten Belastungskontrollen der Datenbahn sowie der Redunanzfunktion
- der Funktionsfähigkeit der Datenverarbeitungsperipherie
- Test der Strukturiersoftware

Der Nachweis von projektierten hardwarebezogenen Sonderlösungen bzw. von auftragsbezogenen Softwareergänzungen wird durch spezielle dem jeweiligen audatec-Anlagenbauauftrag zu ergänzenden Prüfvorschriften geregelt, die im Prüfprojekt gesondert ausgewiesen sind.

Voraussetzungen

Funktionseinheiten komplett bestückt, Teilanlagentest durchgeführt, Datenverarbeitungsperipherie angeschlossen, alle Funktionseinheiten über Datenbahn gekoppelt, Stationskasseten vorhanden, Reserve-BSE über Ausfallmeldeleitung gekoppelt

Prüfablauf

- Hilfsenergie BSS zuschalten, Systemzustandsbewertung, Fehlerbeseitigung
- Hilfsenergie des 1. PSR zuschalten, Kontrolle Wiederanlauf, Stationskassette einlesen, Betriebsart on-line schalten, Fehleranzeigenbewertung und -beseitigung, Systemübersicht anwählen, Anzeige auswerten und Vergleich mit Anlagenkonfigurator durchführen
- Hilfsenergie der weiteren PSR zuschalten und analoge Prüfschrittfolge realisieren
- Test der Datenübertragung zwischen jedem PSR
- nacheinanderfolgende Inbetriebnahme der BSE, Kontrolle des Wiederanlaufes, Einlesen der Stationskassetten, Betriebsart on-line schalten, Fehleranzeige bewerten und beseitigen
- Test der Datenübertragung mit allen BSE
- Nacheinanderfolgende Inbetriebnahme der Reserve-BSE, Wiederanlaufkontrolle,Stationskassette einlesen, Betriebsart online schalten, Fehleranzeige bewerten und beseitigen
- Kontrolle der Reserve-Funktion der Reserve-BSE durch Abschalten der gestützten BSE und Auswerten der Fehleranzeige
- Kontrolle der Datenaktualisierung in den Reserve-BSE
- Kontrolle der Datenbelastbarkeit der Anlage durch Anwahl des Statusbild einer BSE von allen PSR des Verbundes
- Test der Systemredunanz der Datenbahn durch Ziehen des Griffschalensteckers an einer ZI-SE-KBS.

- Test der Strukturiersoftware unter der Nutzung von hard- und softwarebezogenen Simulationseinrichtungen entsprechend Festlegungen des Prüfprojektes
- Test von Sonderfunktionen, wie Signalverknüpfung zwischen mehreren BSE entsprechend Prüfprojektfestlegungen
- Test der Funktionseinheit Koppeleinheit-Wartenrechner unter Beachtung spezieller Simulationsbedingungen für den Wartenrechner

Nach positivem Abschluß aller Prüfschritte sind die einzelnen Funktionseinheiten abzuschalten, die hergestellten Anschaltungsbedingungen sind zu lösen und die einzelnen Funktionseinheiten sind dem Versand zur Verpackung bereitzustellen.

3.4.6. Prüfunterlagen und Prüfmittel

Die grundsätzlichen Arbeitsunterlagen für die Prüfung von Automatisierungsanlagen sind

1. Beschreibung der System- und Prozeßkommunikation, Fehlerdarstellung
2. Katalog Automation Software
3. Beschreibung der Firmware für Sondermodule
5. Prüfvorschriften/Prüftechnologien
6. Betriebsdokumentation K 1520, ursadat 5000, DEKK-Stromversorgung

Innerhalb der Prüfunterlagen besitzen die Projektunterlagen die dominierende Stellung. Die Erarbeitung der Projektunterlagen erfolgt auf der Basis der geltenden gesetzlichen Bestimmungen und ist durch die Projektierungsvorschriften des Kataloges Automation-Projektierungsvorschriften geregelt.

Als Prüfmittel kommen im wesentlichen zum Einsatz

- Logiktester
- Digitalvoltmeter Kl. 0,5 mit Meßgrößen DCACRI
- Simulationseinrichtungen für aktive analoge bzw. passive analoge Signale
- Simulationseinrichtungen für binäre Ein/Ausgangssignale
- Bedieneinrichtung des Systems K 1520
- Regelbare Stromquellen für Geberstromversorgung
- Durchgangsprüfer
- diverse Prüfschnüre, Meßklemmen u.a.
- Inbetriebnahmegerät PE 614

4. Montage von Automatisierungsanlagen

4.1. Fertigungsumfang und Fertigungsablauf

Die Montage von Automatisierungsanlagen ist eine Außenmontage unter Baustellenbedingungen (Baustellenmontage, Anlagenmontage). Die Anlagenmontage ist ihrem Charakter nach eine (teilmechanisierte) Einzelfertigung. Automatisierungsanlagen mit Prozeßleitsystem audatec bieten die Möglichkeit der Schaffung von Wiederhol- und Typenlösungen. Es werden Bauteile und Baugruppen vereinheitlicht, die Informationsübertragung (Verkabelung) reduziert und spezielle Technologien der Inbetriebnahme eingeführt. Damit werden die Montagebedingungen erzeugnisseitig verbessert.
Die Anlagenmontage enthält die Fertigungsschritte

- Unmittelbare Montagevorbereitung
- objektbezogene technologische Vorbereitung
- Montage von Einrichtungen im/am technologischen Anlagenteil
- Montage im Warten- und Wartennebenraum
- Installationsarbeiten
- Erprobung, Inbetriebnahme und Einfahren der Automatisierungsanlagen

Besondere Bedingungen der Fertigung auf der Baustelle sind gegeben durch

- Wechsel örtlicher Gegebenheiten
- Anpassung an den Baukörper
- Arbeiten mehrerer Gewerke zur gleichen Zeit
- Große Entfernungen zwischen Montagezone, Lager und Unterkunft
- Fehlen handelsüblicher Mechanisierungsmittel und spezifischer TUL-Mittel
- Witterungseinfluß.

Der Fertigungsablauf wird bestimmt durch die strukturelle Gliederung der Automatisierungsanlage. Bild 8 zeigt das Prinzip der Montagevorbereitung und -durchführung. Tafel 3 stellt die prizipielle Gestaltung der Automatisierungsanlage dar.
Die Anlagenmontage enthält Montagehaupt- und -hilfsleistungen. Diese beinhalten :

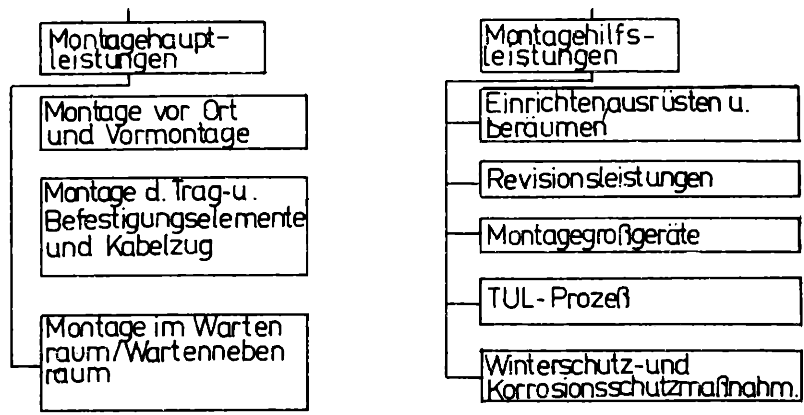
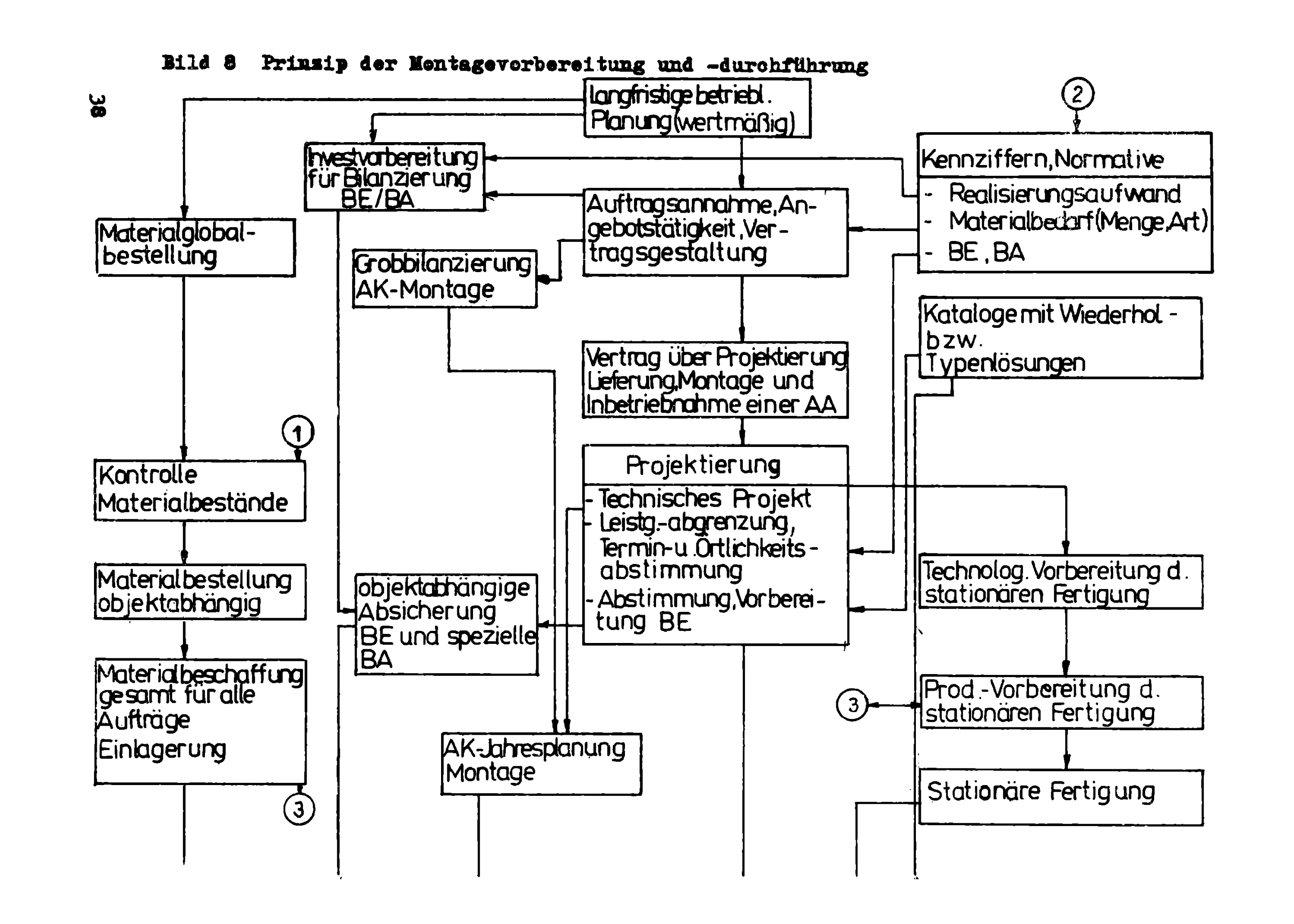


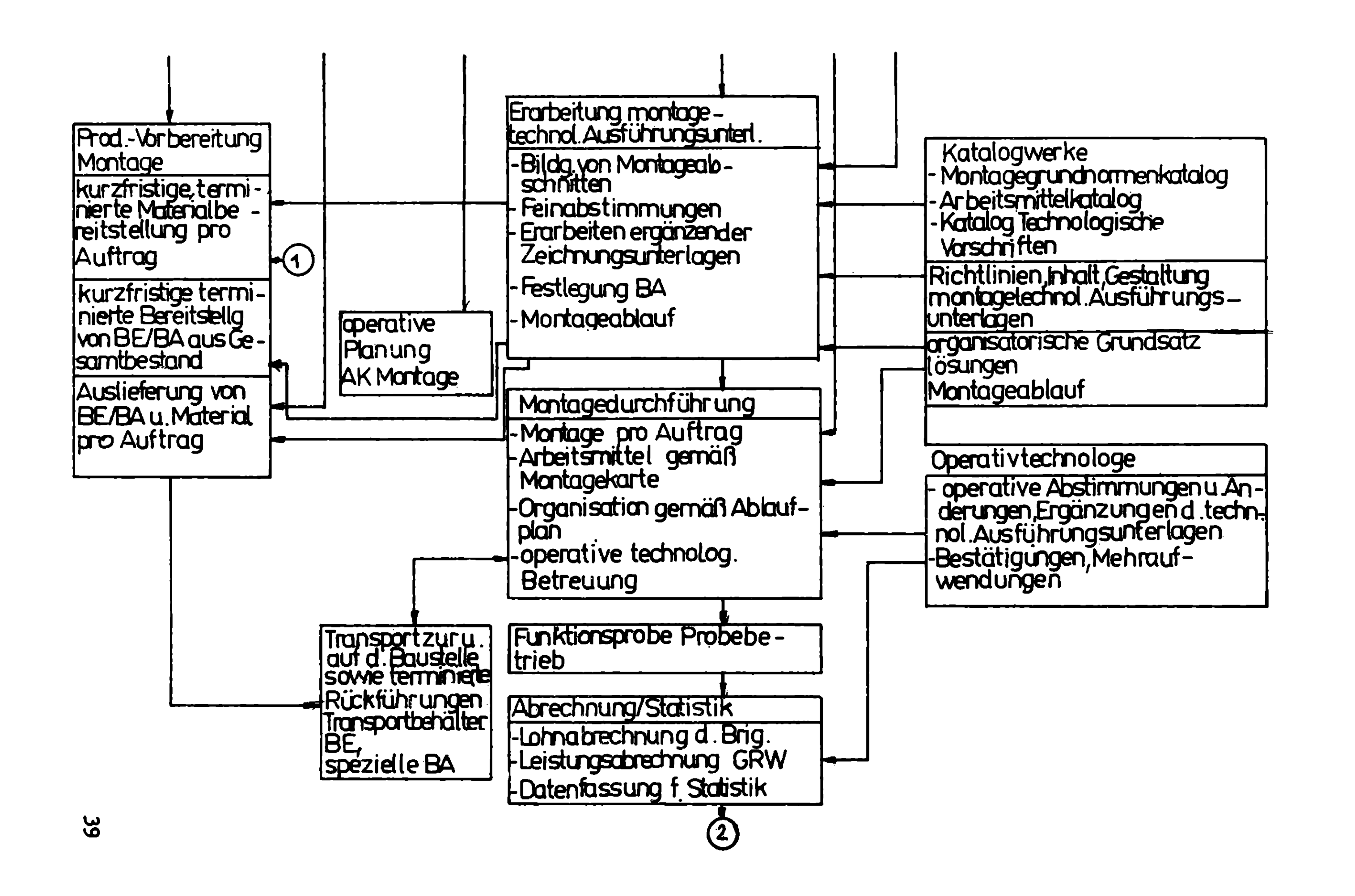
 Bild 7 Montagehaupt- und -hilfsleistungen

Tafel 3 Gestaltung der Automatisierungsanlage

	Bereich	örtliche Abgrenzung	Geräte/Gefäße/Montagematerial
örtlicher Bereich	Technologischer Prozeß	in bzw. an technologische Anlage montieren	. Bauteile der Informationsgewinnung . Bauteile der Informationsnutzung
	prozeßnaher Bereich	Anschlußstelle in/an der technologischen Anlage bis . Verteilergestell oder . örtliche BSE oder . BSE im WR/WNR (Grenze zum Wartenbereich ist je nach Anlagenkonfiguration variabel)	. Bauteile der Informationsgewinnung . Bauteile der Informationsverarbeitung . Montagebauelemente (Gestelle, Halterungen) . Anschluß-/Verteilerelemente . Plastkabel, Fernmeldemantelleitung, koaxiales HF-Kabel . BSE-Gefäße
Wartenbereich	Wartenbereich	räumlich abgeschlossene Einheit, bauseitig definiert	. Gefäße des EGS . Montagebauelemente (Gestelle) . Bauteile der Informationsverarbeitung, -ausgabe, Energieversorgung . Gefäße NAG (BSE, Pult S, Bisplay) . Einzeldraht, Plastkabel, Fernmeldemantelleitung koaxiales HF-Kabel

Bild 8 Prinzip der Montagevorbereitung und -durchführung





Prod.-Vorbereitung Montage
kurzfristige, terminierte Materialbereitstellung pro Auftrag
kurzfristige terminierte Bereitstellg von BE/BA aus Gesamtbestand
Auslieferung von BE/BA u. Material pro Auftrag
1
operative Planung AK Montage
Erarbeitung montagetechnol. Ausführungsunterl.
-Bildg. von Montageabschnitten
-Feinabstimmungen
-Erarbeiten ergänzender Zeichnungsunterlagen
-Festlegung BA
-Montageablauf
Katalogwerke
-Montagegrundnormenkatalog
-Arbeitsmittelkatalog
-Katalog Technologische Vorschriften
Richtlinien, Inhalt, Gestaltung montagetechnol. Ausführungsunterlagen
organisatorische Grundsatzlösungen
Montageablauf
Montagedurchführung
-Montage pro Auftrag
-Arbeitsmittel gemäß Montagekarte
-Organisation gemäß Ablaufplan
-operative technolog. Betreuung
Operativtechnologe
-operative Abstimmungen u. Änderungen, Ergänzungen d. technol. Ausführungsunterlagen
-Bestätigungen, Mehraufwendungen
Transport zur u. auf d. Baustelle sowie terminierte Rückführungen Transportbehälter BE, spezielle BA
Funktionsprobe Probebetrieb
Abrechnung/Statistik
-Lohnabrechnung d. Brig.
-Leistungsabrechnung GRW
-Datenfassung f. Statistik
2

4.1.1. Montagehauptleistungen

- Montage vor Ort und Vormontage

  Dieser Abschnitt umfaßt alle Arbeiten zwischen technologischer Anlage und Hauptverteilergestell (oder zur örtlichen Basissteuereinheit).
  Folgende Arbeitsgänge sind durchzuführen :

  - An-/Einbau von Bauteilen der Informationsgewinnung an bzw. in die technologische Anlage
  - Anfertigung und Montage von Halterungen für Bauteile der Informationswandlung
  - Anfertigung und Montage von Gestellen für Bauteile der Informationswandlung, Informations- und Energieverteilung
  - Montage der Bauteile einschließlich Verrohrung
  - Montage von Trag- und Befestigungselementen für Einzelkabel und Kleintrassen (Stichtrasse)
  - Verlegen und Anschluß von Kabel und Leitungen
  - Verlegen von Impulsrohren und Pneumatikleitungen

- Montage der Trag- und Befestigungselemente und Kabelzug

  Der Abschnitt umfaßt alle Arbeiten zur Installation von Trag- und Befestigungselementen für Kabeltrassen einschließlich Legen und Anschließen von Kabeln und Leitungen :

  - Bestimmen und Kennzeichnung des Trassenverlaufes
  - Montage von Trag- und Befestigungselementen
  - Kabelzug und Leitungslegung, Befestigen und Kennzeichnen der Kabel und Leitungen.

- Montage im Wartenraum/Wartennebenraum

  Der Fertigungsabschnitt enthält :

  - Aufstellen von Gestellen und Gefäßen
  - Elektrischer Anschluß der Gefäße (Basiseinheit, Pulte)
  - Installation der Unterverbindungen.

4.1.2. Montagehilfsleistungen

- Einrichten, ausrüsten und beräumen der Baustelle

  Dazu zählen An- und Abtransport der Baustelleneinrichtung und der Auf- und Abbau sowie erforderlichenfalls das Umsetzen der Baustelleneinrichtung. Die Ausrüstung der Baustelle mit Arbeitsmitteln und Prüfmitteln erfolgt auf Grundlage montagetechnologischer Unterlagen.

- Revisionsleistungen auf der Baustelle

  Enthalten sind zusätzliche und grundsätzliche Korrekturen in technischen Unterlagen durch Bauabweichungen, Materialsubstitutionen u.a.

- Bedienen von Montagegroßgeräten

  Enthalten sind Transport zum Einsatzort, Auf- und Abbau und Bedienung der Montagegroßgeräte wie zum Beispiel Autokrane und Bagger.

- Winterbau- und Winterschutzmaßnahmen, Korrosionsschutzmaßnahmen und Baustromversorgung innerhalb der Arbeitszone

- TUL-Prozeß auf der Baustelle

  Enthalten sind alle Leistungen für Transport und Lagerung außerhalb der Arbeitszone. Der Vorbereitung dieses Prozesses werden Nomenklaturen zugrunde gelegt, die in Abhängigkeit von der eingesetzten Anzahl Arbeitskräfte Flächenkennziffern und Ausrüstung ausweisen. Für audatec-Anlagen werden Versandeinheiten gebildet, die bis zu ihrer Montage erhalten bleiben. Verpackung, Transport und Lagerung sind ein einheitlicher Prozeß, der folgende allgemeine Forderungen nach TGL 32 991 Blatt 22 erfüllen muß :

  . Verpackung

    + Gewährleistet wird Schutz vor Druck, Schlag, Stoß, Schwingungen, Korrosion, Schimmelbefall, klimatische Einflüsse (hohe Luftfeuchte, Nässe und Wärme), Staub- und Schmutzeinwirkung.

    + Demontiert werden registrierende und anzeigende Geräte, erschütterungsempfindliche Steckbauteile, wattmetrische Systeme, Relais mit Drehspulsystemen oder mit Schaltröhren

  . Transport

    + Bei LKW-Transport ist die maximale Geschwindigkeit von 70 km/h beim Transport von Zentraleinrichtungen einzuhalten

    + Bei Transport mit der Bahn sind deren Verordnungen einzuhalten.

  . Lagerung

    + Freilager sind eingezäunt und verschließbar.
      Der Eingang hat eine Mindestdurchfahrtshöhe von 4200 mm und eine Mindestdurchfahrtsbreite von 3000 mm.

    + Überdachte Lager sind eingezäunt und verschließbar.
      Die lichte Höhe beträgt mindestens 3500 mm.

    + Geschlossene Lager haben

      - eine Heizeinrichtung
      - ein Sicherheitsschloß
      - eine Tragfähigkeit des Fußbodens von mindestens 500 kg/m^2
      - eine standardgerechte Beleuchtungsanlage
      - eine lichte Höhe von mindestens 3500 mm
      - eine Mindestdurchfahrtshöhe von 2500 mm
      - eine Mindestdurchfahrtsbreite von 2500 mm

- eine Lufttemperatur von 5° C bis 35° C
- eine max. relative Luftfeuchte von 80 %
- eine höchste Temperatur-Feuchte-Kopplung von 25°C /80%

4.2. Arbeitsvorschriften der Anlagenmontage

Der Bearbeitung aller Abschnitte der Anlagenmontage liegen Arbeitsvorschriften zugrunde. Der Inhalt der Arbeitsvorschriften wird gebildet aus den Forderungen

- der Vertragsgestaltung
- der Konstruktion
- des Technischen Projektes
- der Technologie.

Arbeitsvorschriften der Anlagenmontage sind in zwei Gruppen einzuteilen

- objektunabhängige Arbeitsvorschriften
- objektabhängige Arbeitsvorschriften.

Darunter sind Arbeitsvorschriften, die für die stationäre Fertigung gleichermaßen erforderlich sind wie für die Anlagenmontage.
Arbeitsvorschriften der Anlagenmontage regeln notwendigerweise oft fertigungsorganisatorische, mitunter sogar betriebsorganisatorische Abläufe. Alle Festlegungen zielen vorrangig auf einen optimalen Montageablauf ab und seine möglichst reibungslose Eingliederung in das Gesamtbaugeschehen.
Dabei ist ein prinzipieller und immer wiederkehrender Fertigungsablauf nicht darstellbar.

4.2.1. Objektunabhängige Arbeitsvorschriften

Technologische Vorschrift

Die Technologische Vorschrift enthält Festlegungen in einheitlicher Form für die Anlagenmontage. Jede Vorschrift enthält folgende Abschnitte

- Begriffe
- Gegenstand
- Arbeitsmittel und Kleinmaterial
  - Arbeitsmittel
  - Arbeitsschutzmittel
  - Kleinmaterial und Hilfsmittel
- Technologischer Ablauf
  - Lagerung
  - Transport
  - Arbeitsablauf
- Qualitätsmerkmale

- Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz
  . Arbeitsschutzforderungen
  . GAB-Nachweis
  . Verbleibende Gefährdungen

Als Beispiel wird die Montage der Schrumpfschlauchmuffe für HF-Kabel 75-7-Em dargestellt (Bild 10) :

- 50 mm von einem Kabelende zur Gewinnung von 50 mm Außenleiter (Schirm) und 10 mm Dielektrikum abschneiden.
- Die 10 mm Dielektrikum auf 3 mm Innendurchmesser aufbohren und einseitig aufschneiden, siehe Bild 9.
- Beide Kabelmäntel um jeweils 40 mm absetzen.
- Beide Außenleiter um jeweils 20 mm absetzen.
- Beide Außenleiter um jeweils 20 mm absetzen.
- Dielektrikum beider Kabelenden um jeweils 10 mm absetzen.
- Schrumpfschlauch RPK 18/6 auf einen Kabelmantel und RCb 9,5/4,8 auf ein Dielektrikum und Außenleiter aufschieben.
- Innenleiter parallel aneinandergelegt verlöten.
- Vorbereitetes Dielektrikum, 10 mm lang, um die verlöteten Innenleiter legen.
- Schrumpfschlauch RCb 9,5/4,8 symmetrisch über die Verbindungsstelle schieben; vorsichtig erwärmen,bis der Schrumpfschlauch am Dielektrikum anliegt.

  Das Dielektrikum darf beim Schrumpfen nicht aufgeweicht werden !
- Vorbereiteten Außenleiter, 50 mm lang, sysmmetrisch um die Verbindungsstelle legen und radial mit dem Kabelschirm verlöten.
- Dickeausgleich der Verbindungsstelle mit Isolierband herstellen, dabei 1 Lage ca. 10 mm auf den Kabelmantel wickeln.
- Schrumpfschlauch RPK 18/6 symmetrisch über die Verbindungsstelle schieben und von der Mitte beginnend schrumpfen, bis Kleber an den Enden austritt.

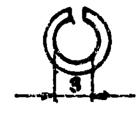


Bild 9 Dielektrikum aufgebohrt und einseitig geschnitten

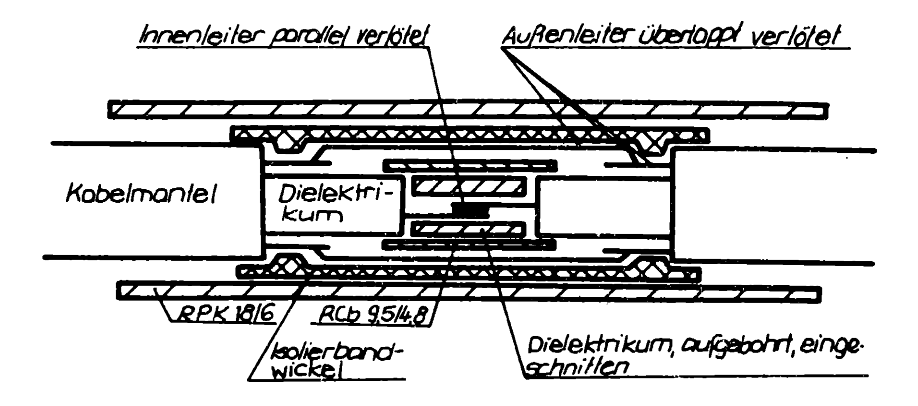


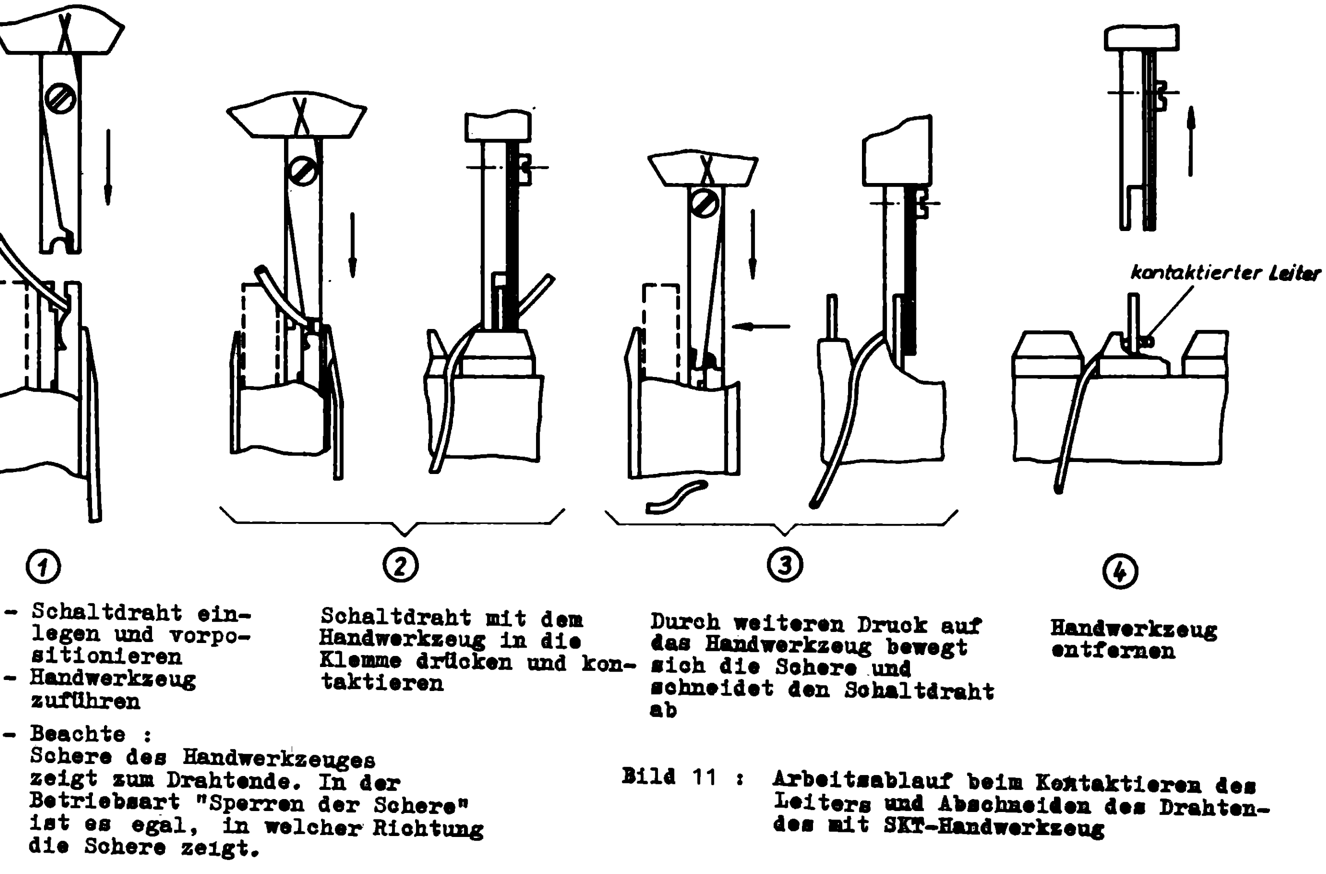
Bild 10 Schrumpfschlauchmuffe für HF-Kabel 75-7-Em

Betriebsmittelanweisung

Die Betriebsmittelanweisung enthält Festlegungen in einheitlicher Form, die für die Anlagenmontage eindeutig den Gebrauch, die Pflege und Wartung eines Betriebsmittels vorschreiben. Jede Betriebsmittelanweisung enthält folgende Abschnitte :

- Begriffe
- Technische Daten des Betriebsmittels
- Aufbau und Wirkungsweise des Betriebsmittels
- Prüfungen des Betriebsmittels
- Arbeits- und Hilfsmittel
- Arbeitsablauf
- Fehlerquellen und Fehlerbeseitigung
- Reparaturhinweise, Pflege und Wartung
- Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz
  - Arbeitsschutzforderungen
  - GAB-Nachweis
  - Verbleibende Gefährdungen

Als Beispiel wird die Anwendung der Werkzeuge zum Herstellen oder Lösen von elektrisch leitenden Verbindungen an Schlitzklemmen gezeigt (Bild 11 und Bild 12).
Die Handwerkzeuge gestatten das Beschalten und Lösen von plastisolierten Schaltdrähten mit Leiternenndurchmesser 0,3 bis 0,8 mm und einem Außendurchmesser von 0,75 bis 1,6 mm.



①
- Schaltdraht einlegen und vorpositionieren
- Handwerkzeug zuführen
- Beachte :
  Schere des Handwerkzeuges zeigt zum Drahtende. In der Betriebsart "Sperren der Schere" ist es egal, in welcher Richtung die Schere zeigt.

② Schaltdraht mit dem Handwerkzeug in die Klemme drücken und kontaktieren

③ Durch weiteren Druck auf das Handwerkzeug bewegt sich die Schere und schneidet den Schaltdraht ab

④ Handwerkzeug entfernen

Bild 11 : Arbeitsablauf beim Kontaktieren des Leiters und Abschneiden des Drahtendes mit SKT-Handwerkzeug

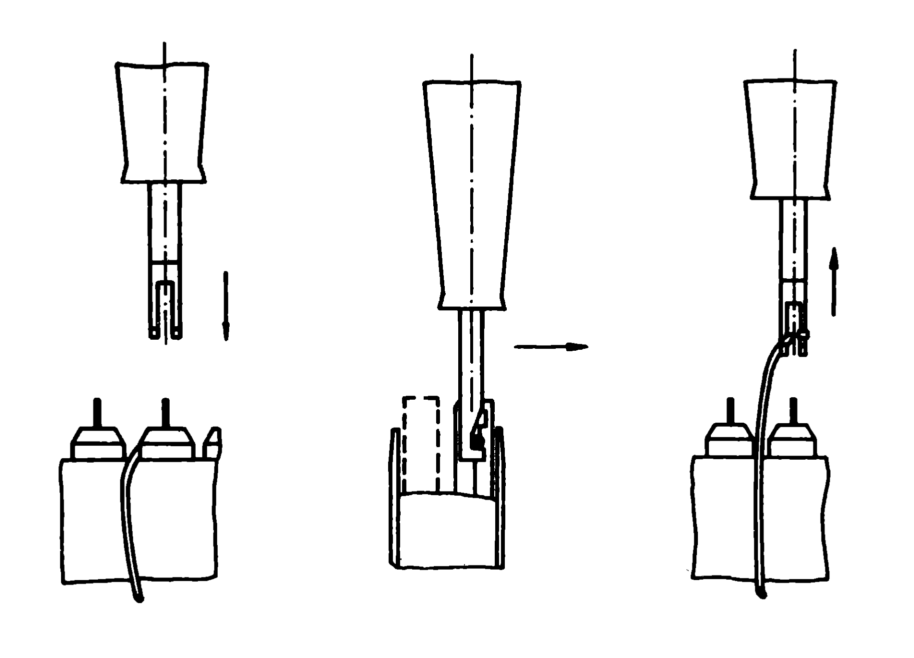


Bild 12 Arbeitsablauf beim Lösen des Schaltdrahtes mit Ziehhaken

SKT-Handwerkzeug

Länge	:	155 mm
Breite	:	36 mm
Höhe	:	18 mm
Masse	:	ca. 70 g

Ziehhaken

Länge	:	120 mm
max. Durchmesser	:	22 mm
Masse	:	ca. 60 g

Nach dem Einlegen des Schaltdrahtes in die Schlitzklemme ist das SKT-Handwerkzeug anzusetzen und niederzudrücken, bis der Schaltdraht geklemmt ist.
Dabei ist zu beachten, daß mit dem Schiebeknopf die richtige Betriebsart eingestellt wurde.

Ist es erforderlich, kontaktierte Leiter zu lösen, so ist mittels Ziehhaken das entsprechende Drahtende aus der Schlitzklemme herauszuziehen.

Technologische Vorschriften und Betriebsmittelanweisungen sind Bestandteil des Einheitlichen Vorschriftenwerkes der Anlagenmontage im Bereich Elektrotechnik/Elektronik. Es sind vereinheitlichte Arbeitsvorschriften im Sinne von Besttechnologien.

Arbeitsmittelkatalog

Der Arbeitsmittelkatalog ist Informationsmittel und Bestellgrundlage bei der Montagevorbereitung. Er enthält alle Baustelleneinrichtungen, Baustellenausrüstungen und Baustellenkomplexlösungen, die zur Errichtung von Automatisierungsanlagen benötigt werden. Dabei stellen die Baustellenkomplexlösungen vorformulierte Sortimente von Baustelleneinrichtungen und Baustellenausrüstungen dar, die die notwendige Ausstattung von Baustellen, untergliedert nach Baustellengrößen, festlegen.
Darüberhinaus enthält der Arbeitsmittelkatalog bildliche Darstellungen, Preisangaben und Normative für Baustellenein- und -ausrüstungen.

Montagegrundnormkatalog

Der Montagegrundnormkatalog gilt für technologische Zeitvorgaben und enthält Normen für Montagehauptleistungen und Montagenebenleistungen. Jedes Katalogblatt enthält die Beschreibung eines Arbeitsganges bzw. Komplexarbeitsganges einschließlich möglicher Varianten.
In jedem Fall werden die technischen, technologischen und organisatorischen Bedingungen ausgewiesen, die für den zugeordneten Zeitwert vorausgesetzt werden. Zeitwerte werden in einer Zeitwerttabelle dargestellt.
Zeitzuschläge und die Entscheidungskriterien für ihre Erteilung werden ausgewiesen.

Für Zeitvorgaben bei Montagen von Geräten liegt ein spezieller Montageleistungsschlüssel vor, der eine rechnergestützte Montagevorbereitung ermöglicht.

4.2.2. Objektabhängige Arbeitsvorschriften

Kabel- und Leitungsschema

Das Schema legt die innerhalb einer Automatisierungsanlage verlegten Kabel und Leitungen fest.
Es werden angegeben :

- Kabelnummer
- Typ
- Querschnitt
- Anzahl der Adern
- erforderliche Längen
- Verlegungsart z.B.
  - in Metallschutzschlauch
  - in Stahlpanzerrohr
  - auf Roste
  - in Kabelblechkanal
- Kabel- und Leitungsverfahren z.B.
  - von Hand
  - teilmechanisiert
  - mechanisiert

Mit dem Kabel- und Leitungsschema wird der Zusammenhang zwischen den Bauteilen des prozeßnahen Bereiches einer Anlage und den Bauteilen des Wartenraumes/Wartennebenraumes durch Kabel und Leitungen dargestellt.

Trassen- und Kabelführungsplan

Der Plan enthält den räumlichen Verlauf und die Gestaltung der Trassen. Es werden örtliche Gegebenheiten für Kabel- und Rohrtrassen festgelegt.
Für den prozeßnahen Bereich ist der exakte Verlauf der Trasse durch Vermaßung zu Bezugspunkten der technologischen Anlage festgelegt. Gleichzeitig werden die Aufstellorte für Geräte und Gestelle (gegebenenfalls der Basissteuereinheit) ausgewiesen. Bei umfangreichen Trassen erfolgt eine Abschnittsbildung zur besseren Übersicht.

Ausrüstungslisten

Diese Arbeitsunterlage enthält alle für die Montage eines Objektes erforderlichen Einzelteile.

Ausrüstungslisten werden vorgegeben für Bauteile, Montagematerial und Montagebauelemente.

- In der Ausrüstungsliste werden die Bauteile einer Anlage objektspezifisch mit technischen und ökonomischen Daten dargestellt.
  Bauteile sind Geräte, Armaturen, Gefäße, Baugruppen, Teile für Gefäße.
- In der Ausrüstungsliste werden Montagematerial und Montagebauelemente einer Anlage objektspezifisch mit technischen, ökonomischen und technologischen Daten dargestellt.
  Montagematerial ist Profilmaterial, Bleche, Rohre, Kabel, Leitungen, Kabelpritschen, Kabelkanäle, Elektroinstallationsmaterial, Kleinmaterial, Farben.
  Montagebauelemente sind Rohrverbindungselemente, Verteilerkästen, Konsolen u.a.

Montageablaufplan, Arbeitskräfteeinsatzplan und Arbeitsmittelplan

Der Montageablaufplan ist eine graphische-tabellarische Darstellung des Umfanges und der zeitlichen Verflechtung aller Montageabschnitte.
Der Arbeitskräfteeinsatzplan ist eine ziffernmäßige Übersicht über die zeitliche Verteilung der eingesetzten produktiven und nicht produktiven Arbeitskräften während des gesamten Montagezeitraumes.
Der Arbeitsmittelplan ist eine übersichtliche Darstellung des Einsatzes wichtiger Arbeitsmittel.

Die Pläne sind eine Arbeitsunterlage für Montageleitpersonal. Sie werden erarbeitet für

1. Baustellen, die einen Arbeitskräfteeinsatz von mehr als 30 produktiven Arbeitskräften erfordern.

2. Objekte, die von vornherein überdurchschnittliche Abstimmungsprobleme erwarten lassen.

5. Inbetriebnahme von audatec-Automatisierungsanlagen

5.1. Grundsätze

Die Inbetriebnahme von audatec-Anlagen gliedert sich entsprechend ihrer Stellung in der arbeitsteiligen Schrittfolge des Errichtens und Betreibens in die zeitlich nacheinanderfolgenden Arbeitsschritte

- interne Funktionsprobe als Nachweis der Funktionsfähigkeit einer MSR-Stelle ohne Betriebsmedium
- komplexe Funktionsprobe als Nachweis der Funktionsfähigkeit der Gesamtanlage mit Betriebsmedium und unterschiedlichen Belastungsfällen
- Probebetrieb als Nachweis der Funktionsfähigkeit aller beteiligten Gewerke
- Abnahme als Nachweis der durchgeführten Inbetriebnahmeprüfungen.

Die grundsätzlichen Arbeitsinhalte sind durch TGL 329991/2 festgelegt. Ergänzende Festlegungen zum Arbeitsinhalt, eingrenzende Arbeitsbedingungen, durchzuführende Nachweisfahrten bzw. Zeitabläufe der Inbetriebnahmehandlungen sind vor allem in kombinatsspezifischen Abnahmeordnungen, wie Abnahmeordnung für Chemieanlagen, Kernkraftwerksanlagen u.a. dargestellt.
Die durchzuführenden Inbetriebnahmebehandlungen beinhalten im wesentlichen Prüfarbeiten, die dem Nachweis der in Vorschriften geforderten oder in Vereinbarungen festgelegten Eigenschaften einer erstmalig in Betrieb zu nehmenden elektrotechnischen Anlage dienen.
Dabei sind grundsätzlich die

technischen Kenndaten und Kennwerte
zutreffenden Rechtsvorschriften
dokumentationsgerechte Fertigung und Montage

unter Beachtung vertraglicher Vereinbarungen wie auch spezieller Vorschriften der Hersteller von Betriebsmitteln bzw. fabrikfertigen Baueinheiten nachzuweisen.

Folgende Mindestnachweise sind zu führen :

- Vollständigkeit und Richtigkeit der Anlagendokumentation einschließlich revidierter Unterlagen
- Vollständigkeit der Automatisierungsanlage
- Einhaltung der Bau- und Sicherheitsbestimmungen
- Nachweis des Isoliervermögens
- Nachweis des Erreichens des festgelegten Schutzgrads/ Eigensicherheit
- Nachweis unzuverlässiger Störfelder bzw. zulässiger Funktionsstörgrenzwerte
- Nachweis der ordnungsgemäßen Kennzeichnung und Beschriftung
- Nachweis der mechanischen Fertigkeit und Korrosionsbeständigkeit
- Nachweis der Funktionsfähigkeit.

Über das erreichte Ergebnis der durchgeführten Inbetriebnahmeprüfungen sind schriftliche Nachweise zu führen.
Die Freigabe der Automatisierungsanlage bzw. Übergabe an den Auftraggeber erfolgt nach Abschluß der technischen Abnahme.
Innerhalb der technischen Abnahme ist nachzuweisen, daß

- die errichtete elektrotechnische Anlage den Rechtsvorschriften und den vertraglichen Vereinbarungen entspricht
- die zu übergebende Dokumentation vorliegt
- die Funktionsproben erfolgreich abgeschlossen sind
- die erforderlichen Prüfprotokolle, GAB-Nachweis und Freigabebestätigungen vorliegen.

Die weiteren Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf die Aufgaben des Nachweises der Funktionsfähigkeit.

Der Nachweis der Funktionsfähigkeit hat während der Funktionsprobe und des Leistungsnachweises je MSR-Stelle zu erfolgen.
Dabei ist nachzuweisen, daß

- die in Vorschriften festgelegten und/oder vertraglich vereinbarten Funktionen der elektrotechnischen Anlage in ihrem Zusammenwirken mit der technologischen Anlage und anderen elektrotechnischen Anlagen vorhanden sind
- bei Meß-, Zähl- und Registriereinrichtungen die Richtigkeit mit geeigneten, die erforderliche Genauigkeit gewährleistenden Simulationseinrichtungen und Meßgeräten gegeben ist.

Ein bestimmender Schwerpunkt innerhalb der durchzuführenden Inbetriebnahmearbeiten bei Automatisierungsanlagen ist der Funktionsnachweis von Hardware- und Softwarestrukturen sowohl aus der Sicht der Einzelfunktionen von MSR-Stellen als auch aus der Sicht der komplexen anlagenbezogenen Automatisierungsfunktionen, wie Nachweis der sicheren Datenübertragung. Nachweis des Anlaufverhaltens, aber auch der System- und Prozeßkommunikation einschließlich der mit Back-up-Baugruppen. Dabei sind die getroffenen Aussagen zum Umfang von Zielstellung der Prüf- und Inbetriebnahmearbeiten entsprechend des Punktes 3.4 zu berücksichtigen.

5.2. Inbetriebnahmeablauf

Voraussetzung für die Durchführung der Inbetriebnahmearbeiten sind der Abschluß der hardwarebezogenen Montagearbeiten einschließlich Verdrahtung, Kabellegung und erfolgte Vor-Ort-Montage der Meß- und Stelltechnik sowie die

- Bereitstellung der handrevidierten Konstruktions- und Projektunterlagen
- Übergabe der Anlagensoftwaredokumentation einschließlich Datenträger für Standard- und Strukturiersoftware
- Technische Dokumentationen zur audatec-Systembeschreibung
- Qualifiziertes Inbetriebnahmepersonal
- Hard- und softwarebezogene Inbetriebnahmetechnik

Der Inbetriebnahmeablauf ist in Bild 13 dargestellt.
Für den Zeitraum der internen Funktionsproben gelten die Arbeitsschritte :

- Wiederinbetriebnahme der einzelnen Funktionseinheiten unter Vor-Ort-Bedingungen
- Wiederinbetriebnahme der einzelnen audatec-Teilanlagenkomplexe zur Gesamtanlage
- Nachweis der MSR-stellenbezogenen Automatisierungsfunktionen
- Testung anlagenspezifischer Funktionsnachweise

Die Wiederinbetriebnahme der audatec-Funktionseinheiten und Teilanlagen ist gegliedert in

- Testung der Funktionseinheiten gefäßbezogen auf komplette Hardwarefunktion
- Durchführung des funktionseinheitenbezogenen Teiles des Anlaufverhaltens, Speicher und Eigenüberwachung unter Nutzung der Standardsoftware
- Test der Komplexfunktion der PSR im autonomen Betrieb mit eingelesener Stationskassette und unter Einbeziehung von Monitor, Tastatur und peripherer Geräte
- Funktionstest der DSS im autonomen Betrieb
- Zusammenschalten von PSR, DSS und BSE über die serielle Datenbahn zur funktionsfähigen Teilanlage, Durchführung des Systemtests der Teilanlage unter Nutzung der Standard- und Strukturiersoftware.

Die aufgeführten Arbeitsschritte entsprechen im wesentlichen dem im Pkt. 3.4.3 und 3.4.4 dargestellten Prüfablauf.
Nach erfolgreichem Abschluß der Wiederinbetriebnahmehandlungen ist der Nachweis der vollständigen hard- und softwarebezogenen Funktion der audatec-Teilanlage "PSR-BSE" erzielt, und die Freigabe zur Durchführung des MSR-stellenbezogenen Funktionstestes gegeben.
Der Nachweis der MSR-stellenbezogenen Automatisierungsfunktion gliedert sich in die Teilschritte :

- Test der Signalübertragung von der prozeßnahen Ebene bis Zelleneingang
- Kontrolle des Signalwegs Anschlußfeld im Zelleneingang bis Prozeßstecker der Prozeß-Eingangs- und Ausgangskarte
- Anwahl der KOM-Stelle über Tastatur auf Monitor mit erfolgter Simulation der Prozeßsignale
- Kontrolle der Übertragungsfunktion einschließlich der erforderlichen Parameterveränderungen der Softwareverarbeitungsmodule je Modulkette einer MSR-Stelle
- Kontrolle der projektbezogenen Darstellung der MSR-Stelle auf dem Monitor.

Als zusätzliche Arbeitsmittel zur Durchführung der MSR-Stellenbezogenen Nachweisfunktion werden Simulationseinrichtungen zur Simulation bzw. Anzeige der Prozeßsignale entsprechend der im System ursadat 5000 festgelegten analogen binären Signalpegel einschließlich der erforderlichen Meßtechnik mit entsprechender Klassengenauigkeit je nach projektbezogener Anforderung benötigt.
Die Testung der anlagenbezogenen Systemfunktionen ist innerhalb des geplanten Zeitraumes der internen Funktionsprobe in Abhängigkeit der Anlagengröße- und-struktur einzuordnen. Die Prüfinhalte entsprechen im wesentlichen der im Pkt. 3.4.5 dargestellten Arbeitsfolge

Bild 13 Inbetriebnahmeablauf von audatec-Anlagen

<table>
<tr><td colspan="3">Funktionseinheiten PSR, DSS, BSE, BSE-R, KE-WR</td></tr>
<tr><td rowspan="7">interne Funktionsprobe</td><td rowspan="2">Gefäßbezogener Funktionstest</td><td>Hardwaretest</td></tr>
<tr><td>Sicht- und Bestückungskontrolle
Nachweis der Betriebsbereitschaft
Mikrorechnerstandardtest
Konfigurationsabhängiger Hardwaretest
Test Anlaufverhalten/Eigenüberwachung
Test autonomer Betrieb</td></tr>
<tr><td colspan="2">Koppelung der Funktionseinheiten</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Teil/Anlagen-bezogen</td><td>Systemtest der Teilanlagen/Anlage</td></tr>
<tr><td>Systemtest der Teilanlagen PSR-BSE
Test der anlagenbezogenen Systemfunktionen
Test der Redunanzfunktionen/ BSE-R
Test der KE-WR</td></tr>
<tr><td rowspan="2">je KOM-Stelle</td><td rowspan="2">Test Signalfluß von vor Ort bis Anschlußfeld BSE
Test struktureller Verknüpfung der Basismodulketten
Parametrierung der KOM-Stellen, Simulation der Prozeßsignale
Test von Sonderfunktionen</td></tr>
<tr></tr>
<tr><td colspan="3">Koppelung mit technologischem Prozeß</td></tr>
<tr><td colspan="3">Durchführung komplexe Funktionsproben</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Probebetrieb</td><td>Durchführung Probebetrieb</td></tr>
<tr><td>Handfahrweise
Parametrieren der freien Parameter
Automatikfahrweise
Nachweisfahrt</td></tr>
<tr><td colspan="3">Übergabe an Auftraggeber</td></tr>
</table>

Diese beziehen sich im wesentlichen auf

Überprüfung des Anlaufverhaltens der Anlage
Überprüfung des Alarmverhaltens der Anlage
Überprüfung der Eigenüberwachung der Anlage
Überprüfung des Störverhaltens der Anlage
Überprüfung der Datenübertragung der Anlage
Überprüfung des Ausfallverhaltens der Anlage.

Die Durchführung dieser anlagenspezifischen Tests basiert auf der Simulation definierter Ausgangs- und Eingangszustände bei visueller Kontrolle des erzeugten Funktionssystemzustandes der Errichtung unter der Nutzung des Betriebssystems entsprechend den erzeugnisspezifischen oder vertraglich vereinbarten Funktionsumfängen der Automatisierungsanlage.
Ein besonderen Schwerpunkt bildet der Funktionsnachweis der KE-WR sowie BSR-R für die in Abhängigkeit der gewählten Systemredunanz bzw. örtlichen Verteilung der KOM-Stellen gesonderte auftragsbezogene Inbetriebnahmeprogramme zu entwickeln und zu testen sind. Die gleiche Aussage gilt für den Funktionsnachweis von Sonderfunktionen, für die gleichfalls auftragsbezogene Testabläufe zu erarbeiten sind.
Zur Unterstützung der Durchführung vor allem komplizierter Inbetriebnahmearbeiten wurde das Inbetriebnahmegerät PE 6 entwickelt, das sowohl ausgewählte Funktionen des PSR als auch besondere Testmöglichkeiten, wie Testkomplex Mithörrechner, Testkomplex Simulation Wartenrechner, Testkomplex Testfeld zur Simulation von Prozeßein/ausgabesignalen .. enthält.
Nach der erfolgten Koppelung der Automatisierungsanlage mit dem technologischen Prozeß und der erfolgten Freigabe der Anlage für den Probebetrieb bestehen folgende Arbeitsschritte :

1. Erstinbetriebnahme bzw. Anfahren der Automatisierungsanlage mit der technologischen Anlage entsprechend der Zielstellung des komplexen Inbetriebnahmeprogrammes
2. Durchführung der Handfahrweise der technologischen Anlage
3. schrittweise Inbetriebnahme der MSR-Stellen-bezogenen automatisierten Fahrweise
4. Einfahren bzw. Optimieren der Automatisierungsanlage mit der technologischen Anlage, d.h. Ermittlung der Algorithmen zur Parametrierung der MSR-Stellen
5. Durchführung spezieller Last- und Ausfallzustände
6. Nachweis der vorgesehenen komplexen Automatisierungsfunktionen innerhalb der Nachweis- und Übergabebehandlungen.

Hauptschwerpunkt dieser Aufgabenkomplexe ist neben der gefahrlosen Betreibung der Gesamtanlage die schrittweise Anpassung bzw. Optimierung der Automatisierungsfunktionen an die tatsächlichen prozeßtechnologischen Betriebszustände, was in gleicher Weise für erforderliche Projektanpassungen und Nachträge gilt.

Der Abschluß aller Inbetriebnahmebehandlungen wird durch die vereinbarten Nachweis- und Übergabebehandlungen, wie 72-h-Nachweisfahrt u.a. innerhalb der technischen Abnahme gebildet.
Aufgrund der auftragsspezifischen Besonderheiten wurde auf eine nähere Darstellung der Zeitphase "komplexe Funktionsprüfung" verzichtet.
Der dargestellte Inbetriebnahmeablauf stellt einen Rahmencharakter dar und ist bezüglich der auftretenden auftragsspezifischen Besonderheiten zu präzisieren, d.h., entsprechend den verhandenen terminlichen, organisatorischen, technischen und ökonomischen Möglichkeiten anzupassen und zu gestalten.

6. Transport- und Lageranforderungen

Die im Abschnitt 3 dargestellten Hardwareeinrichtungen bzw. -baugruppen bildem den Gegenstand für den zu beschreibenden Transport-, Umschlag-und Lagerprozeß, der sich auf folgende hauptsächliche Typenvertreter bezieht :

1. Pult- und Beistellgefäß mit Pultsteuerrechner bzw. Datenbahnsteuerstation
2. Basissteuereinheit
3. Funktiensbaugruppen der Eigenfertigung, z.B. Einspeisemodul
4. Funktionsbaugruppen K 1520 bzw. ursadat 5000
5. periphere Geräte für den Wartenbereich.

Grundlage der gewählten Versandlösungen bilden die technischen Anforderungen in der technischen Kennblattbeschreibung des Katalogs Automation/Bauteile wie auch in TGL 329991/22 und TGL 29473.
Die nachfolgend beschriebenen Versandeinheiten entsprechen den Lastkraftwagen- bzw. Eisenbahntransportbedingungen, wobei für Exportverpackung entsprechend Klimabereich Zielland und gewähltem Transportsystem, wie Eisenbahn, Seeverkehr oder Luftfracht und den daraus sich ableitenden unterschiedlichen Lager- und Transportbedingungen ergänzende Festlegungen bestehen. Das komplette Spektrum aller Transport- und Umschlagforderungen ist in den betreffenden Anweisungen zum Versand und Lagerung von EGS-Gefäßen und Flachteilen, Fremdgruppen sowie Eigenfertigungsbaugruppen festgelegt.
Nachfolgende Versandeinheiten wurden festgelegt

1. Versandeinheit Pult- und Beistellgefäß.

   Die Versandeinheit Pult- und Beistellgefäß als Leergefäßvariante besteht als Gefäß mit Transportstütze, Holzpalette und Plastfolienumhüllung

Transportmasse	etwa 80 kg
Transportabmessungen	1200mmx800mmx800mm

In der Auslieferung als komplettbestücktes Gefäß (mit Pultsteuerrechner bzw. Datenbahnsteuerstation) wird die Versandeinheit ergänzt um spezielle Transportabstützungen für die Baugruppenaufnahme sowie weitere gefäßinterne Sicherungselemente.

Transportmasse	etwa 120 kg
Transportabmessungen	1200mmx800mmx800mm

2. Versandeinheit Basissteuereinheit.

Die Versandeinheit Basissteuereinheit besteht aus dem Gefäß MB 1000, zwei Transportschienen und Plastfolienumhüllung. Der Bestückungsgrad des Gefäßes umfaßt die schrankinterne Verdrahtung, die Lüfter- und Stromversorgungskassetten, die Netzanschlußeinheit sowie die Rechnergrundeinheit.
Der Versand der Funktionsbaugruppen K 1520, DEKK-Module sowie ursadat 5000 wird mittels Transportkiste als Beipack realisiert.

Transportmasse	etwa 200 kg je nach Aufrüstungsvariante
Transportabmessungen	1000mmx800mmx2600mm

3. Funktionsbaugruppen Eigenfertigung.

Je nach Anforderungsspektrum erfolgt die Wahl der Verpackungsmittel, so daß jede Funktionsbaugruppe eine den technischen Anforderungen entsprechender Verpackung besitzt, z.B. die Funktionstastatur eine PUR-Schaum-Verpackung, die Ansteuerkarte einer PVC-weich-Plastikhülle.

4. Funktionsbaugruppen K 1520,DEKK-Module bzw. ursadat 5000

Alle Fremdbaugruppen werden sofern ihre Mitlieferung im Rechnerblock oder als Beipack in einer speziellen Transportkiste nicht erfolgt, in ihrer Originalverpackung zur Baustelle geliefert.

5. Periphere Geräte, Farbmonitor.

Alle peripheren Geräte werden in gleicher Originalverpackung versandt.
Als Lagerbedingungen sind nachfolgende durchschnittliche Klimaanforderungen definiert :

Lufttemperatur	-5 bis +35° C
Relative Luftfeuchte maximal	80 %
höchste Temperatur-Feuchte-Koppelung	25° C und 80 %

Alle genannten Baugruppen und Einrichtungen sind in geschlossenen Lagern unterzubringen, die folgenden Mindestforderungen genügen :

verschließbare, beheizbare und beleuchtete Lagerräume
100 kg/m² Fußbodentragefähigkeit
mindestens 3500 mm lichte Höhe.

Entsprechend Schutzmaßnahmen gegen Staub und aggressive Medien sind zu vereinbaren (s. auch Abschnitt 8.)

Literaturverzeichnis

1. Moltmann, B.; Blackert, L.; Begriffe und Definitionen der Mikroelektronik in Automatisierungsanlagen
KDT-Reihe "Automatisierungstechnik"
Bd. 4 VEB GRW Teltow 1980

2. Katalog Automation Bauteile (KAB), VEB GRW Teltow 1986

3. Autorenkollektiv : VEM-Handbuch Automatisierungsanlagen, Berlin VEB Verlag Technik 1986

4. Katalog Automation Projektierungsvorschriften (KAPV) VEB GRW Teltow 1986

5. BEYER, LÖSCHNER, BÖDEKER
Technologie des Elektroanlagenbaus, Verlag Technik Berlin 1981

6. ZACHAU
Außenmontage im Maschinen- und Anlagenbau, Verlag Technik Berlin 1982

Bildübersichten

Tafelübersichten

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

AA	Automatisierungsanlage
AAB	Automatisierungsanlagenbau
AG	Auftraggeber
AST	Aufgabenstellung
BmA	Betriebsmittelanweisung
BM	Basismodul
BP	Bedienpult
BSE	Basiseinheit
BSE-R	Basiseinheit-Reserve
DSS	Datenbahnsteuerstation
FE	Funktionseinheit
IBG	Inbetriebnahmegerät
KAB	Katalog Automation Bauteile
KAPV	Katalog Automation Projektierungsvorschriften
KAS	Katalog Automation Software
KE-WR	Koppeleinheit Wartenrechner
KMBG	Kasettenmagnetbandgerät
KOMS	Kommunikationsstelle
MGN	Montagegrundnormen
Mon	Monitor
MR-AS	Mikrorechner-Automatisierungssystem
PSR	Pultsteuerrechner
TAS	Tastatur
TV	Technologische Vorschrift
WR	Wartenrechner